



TUGAS AKHIR - TE 141599

**PENGENDALI PENEMPATAN POSISI PREPARAT
PADA MIKROSKOP DIGITAL UNTUK PENGAMBILAN
CITRA PANORAMA**

Abid Hukama
NRP 2209100173

Dosen Pembimbing

Eko Premunanto, ST., MT.
Ahmad Zaini, ST., M.Sc.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TE 141599

**GLASS SLIDE POSITION CONTROLLER ON DIGITAL
MICROSCOPE FOR CAPTURING PANORAMA IMAGE**

Abid Hukama
NRP 2209100173

Advisors

Eko Pramunanto, ST., MT.
Ahmad Zaini, ST., M.Sc.

Departement of Electrical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

**PENGENDALI PENEMPATAN POSISI PREPARAT
PADA MIKROSKOP DIGITAL UNTUK
PENGAMBILAN CITRA PANORAMA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Eko Pramunanto, ST., MT.
NIP. 19661203 1994121 001


Ahmad Zaini, ST., M.Sc.
NIP. 19750419 2002121 003



**SURABAYA
JANUARI, 2015**

ABSTRAK

Mikroskop merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pengamatan mikroorganisme. Salah satu kegiatan yang dilakukan sebelum melakukan pengamatan mikroorganisme dengan mikroskop digital adalah menempatkan objek pengamatan dalam kaca preparat. Untuk mendapatkan hasil pengamatan yang terbaik posisi preparat harus di atur sedemikian rupa sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Untuk saat ini sistem yang ada untuk menentukan posisi preparat masih menggunakan cara konvensional, sehingga masih memiliki kekurangan yaitu kurang presisi, proses yang sulit dan memerlukan waktu yang cukup lama. Selain itu citra yang dihasilkan oleh mikroskop digital hanya mencakup area yang sempit, padahal citra yang dibutuhkan biasanya mencakup area yang luas. Dengan demikian untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan perangkat yang dapat mengatur posisi preparat secara otomatis pada mikroskop digital dan dapat membentuk citra panorama yang mencakup area yang luas. Pada proses pengujian dan analisa pengendali preparat menggunakan motor stepper didapatkan rata-rata error gerakan preparat sebesar 5.6%. Pada pengujian proses stitching untuk mendapatkan hasil maximum overlap citra diantara 50% sampai 60%.

Kata kunci : Mikroskop Digital, Citra Panorama, Preparat

ABSTRACT

Microscope is a tool used to make observations of microorganisms. One of the activities in microorganisms observation with a digital microscope is placing objects in the glass slide. To get the best result in microorganisms observation, glass slide position should be set in such a way. For now existing system to determine the position of glass slide still use conventional way, so that have the disadvantage like less precision, difficult process and requires a long time. In addition, the image produced by a digital microscope cover only a small area, whereas the required images usually cover a large area. Thus, to overcome this, we need a device that can automatically adjust the position of glass slide in a digital microscope and can form a panoramic image that covers a large area. In the process of testing and analysis glass slide controller on microscope digital using stepper motor resulting average error movements approximately 5.6 %. In the process of testing and analysis stitching technic to get the maximum result overlap between the image 50% to 60%.

Keyword : Digital Microscope, Panorama image, glass slide

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian yang berjudul ***“Pengendali Penempatan Posisi Preparat pada Mikroskop Digital Untuk Pengambilan Citra Panorama”***, disusun untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Bidang Studi Komputer dan Telematika, Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua, yang telah memberikan dorongan spiritual dan material sehingga dapat terselesaikannya penelitian ini.
2. Bapak Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
3. Bapak Eko Pramunanto, ST., MT. Dan Bapak Ahmad Zaini, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini, yang telah memberikan bimbingan dan saran hingga terselesaikannya penelitian ini.
4. Bapak-Ibu dosen pengajar Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Seluruh teman-teman angkatan e-49 serta teman-teman B201crew Laboratorium Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika.

Penulis menyadari dalam penyusunan buku penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan buku penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.Amin.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	2
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1. Mikroskop	5
2.1.1. Komponen Mikroskop.....	6
2.1.2. Cara Kerja Mikroskop.....	8
2.1.3. Sifat Bayangan Mikroskop.....	9
2.1.4. Perbesaran Pada Mikroskop	10
2.2. Citra Panorama.....	10
2.3. Teknik Stitching.....	11
2.3.1. Finding Feature	11
2.3.1.1. Pencarian Nilai Ekstrim pada Skala Ruang.....	12
2.3.1.2. Penentuan Keypoint	14
2.3.1.3. Penentuan Orientasi.....	14
2.3.1.4. DeskriptorKeypoint.....	15
2.3.2. Matching Feature.....	16
2.3.3. Homography Matrix	16
2.3.4. Blending.....	18
2.4. Motor stepper	18
BAB 3 METODOLOGI DAN IMPLEMENTASI.....	21
3.1. Desain Sistem.....	21
3.2. Alur Kerja Sistem.....	22
3.3. Pengendali Preparat.....	23
3.3.1. Aktuator.....	23
3.3.2. Kalibrasi Aktuator	25
3.4. Pengambilan Multi Citra	26
3.4.1. Pengambilan Citra	27
3.4.2. Pra Pemrosesan Citra	28
3.4.3. Pengambilan Multi Citra	29
3.5. Proses Stitching.....	31
3.5.1. Finding Feature	32

3.5.2. Matching Feature.....	33
3.5.3. Homography & Blending	33
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA.....	35
4.1. Tampilan Perangkat Lunak	35
4.2. Pengujian Gerakan Preparat.....	36
4.3. Pengujian Pengambilan multi Citra.....	41
4.4. Pengujian Proses Stitching	45
BAB 5 PENUTUP.....	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55
BIOGRAFI PENULIS	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Motor	25
Tabel 3.1 Spesifikasi Kamera.....	28
Tabel 4.1 Pengujian Gerakan Preparat Sumbu X.....	36
Tabel 4.2 Pengujian Gerakan Preparat Sumbu Y	39
Tabel 4.3 Hasil Multi Citra	43
Tabel 4.4 Hasil Citra Stitching	46
Tabel 4.5 Rata-rata Waktu Proses Stitching.....	46
Tabel 4.6 Pengujian Proses Stitching	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-Bagian Mikroskop.....	6
Gambar 2.2 Sifat Bayangan Mikroskop	9
Gambar 2.3 Citra Panorama	11
Gambar 2.4 Diagram Difference-of-Gaussian	13
Gambar 2.5 Ilustrasi pencarian maksimum atau minimum lokal	14
Gambar 2.6 Deskriptor dari perhitungan besar gradien	15
Gambar 2.7. Kumpulan Data Dengan Outlier	17
Gambar 2.8 Susunan Motor Stepper	20
Gambar 3.1 Desain Sistem	21
Gambar 3.2 Alur Kerja Sistem	22
Gambar 3.3 Diagram Block Actuator.....	24
Gambar 3.4 Ilustrasi Penampang Preparat	26
Gambar 3.5 Kamera Mikroskop	27
Gambar 3.6 Citra Sebelum Pra Pemrosesan Citra	28
Gambar 3.7 Citra Setelah Pra Pemrosesan Citra	29
Gambar 3.8 Ilustrasi Pengambilan Multi Citra.....	29
Gambar 3.9 FlowChart Pengambilan Multi Citra	30
Gambar 3.10 FlowChart Proses Stitching	31
Gambar 3.11 Fitur dalam Sebuah Citra.....	32
Gambar 3.12 Matching Feature.....	33
Gambar 3.11 Hasil Ahir Stitching.....	34
Gambar 4.1 Tampilan perangkat lunak	35
Gambar 4.2 Kertas Milimeter.....	42
Gambar 4.3 Citra Overlap 20%,40%,50% dan 60%	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan pengukuran dan pengamatan mikroorganisme telah menjadi perhatian para peneliti di seluruh dunia. Mikroskop merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pengamatan mikroorganisme. Mikroskop konvensional mempunyai beberapa keterbatasan, terutama dalam konversi dari data analog menjadi data digital. Mikroskop Digital merupakan salah satu pengembangan dari mikroskop konvensional yang memungkinkan gambar ditampilkan pada layar komputer dan diolah lebih lanjut. Mikroskop Digital terkini memungkinkan proses pengamatan preparat dilakukan dengan lebih detail. Secara umum mikroskop digital terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian optik dan bagian mekanik, bagian optik berfungsi untuk memperbesar bayangan dari ukuran yang sebenarnya, bagian optik terdiri dari lensa objektif, lensa okuler, Diafragma dan tempat cahaya. Bagian mekanik merupakan bagian-bagian mikroskop tempat bagian lainnya terpasang. Yang terdiri dari kaki mikroskop, penjepit objek, tabung, sekrup pengatur kasar, sekrup pengatur halus, dan sekrup penggeser preparat. Preparat merupakan salah satu bagian dari Mikroskop yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan bagian atau sel makhluk hidup yang tidak dapat terlihat oleh mata. Preparat pada mikroskop digital dapat digerakan pada dua sumbu koordinat yaitu sumbu X (menggeser ke kanan dan ke kiri) dan sumbu Y (menggeser ke depan dan ke belakang) menggunakan sekrup penggeser preparat, sedangkan lensa objektif terhadap preparat dapat digerakan keatas dan kebawah menggunakan sekrup pengatur halus atau sekrup pengatur kasar yang berfungsi untuk mengatur fokus objek yang diamati. Secara umum preparat pada Mikroskop digital dapat bergerak dalam dua sumbu koordinat (X, Y). Saat ini sistem penentuan posisi preparat masih menggunakan cara manual, sehingga masih memiliki kekurangan yaitu kurang presisi, proses yang sulit dan memerlukan waktu yang cukup lama. Dengan demikian untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan perangkat yang dapat mengatur posisi preparat secara otomatis untuk proses pengambilan citra panorama.

1.2. Permasalahan

Pengambilan citra panoramik mikroskopik memerlukan ketelitian penempatan preparat yang dapat dikendalikan secara terprogram dan pengolahan multi citra yang didapat menjadi sebuah citra yang menyeluruh.

1.3. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah Pengendali Posisi Preparat pada Mikroskop Digital Untuk Pengambilan Citra Panorama. Menggunakan sistem interface yang menghubungkan antara personal komputer dengan peralatan luarnya, dalam hal ini mikroskop dan alat pengontrolnya, selain itu dilengkapi fitur pengambilan multi citra dan pengabungan multi citra. Manfaatnya adalah memudahkan dalam proses pengamatan pada mikroskop digital.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Pada pengujian proses multi capture perbesaran Lensa Objektif sebesar 5 kali dan perbesaran Lensa Okuler Sebesar 12.5 kali.
2. Pada proses pengujian proses stitching perbesaran Lensa Objektif sebesar 10 kali dan perbesaran Lensa Okuler Sebesar 12.5 kali.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab, masing-masing bab dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bab II Dasar Teori
Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini.
3. Bab III Perancangan Sistem dan Implementasi
Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait sistem yang akan dibuat. Untuk mendukung penjelasan sistem digunakan blok diagram agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan

mudah dibaca untuk diimplentasikan pada pembuatan perangkat lunak.

4. Bab IV Pengujian dan Analisis

Bab ini menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap sistem dalam penelitian ini dan menganalisa sistem.

5. Bab V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

BAB 2

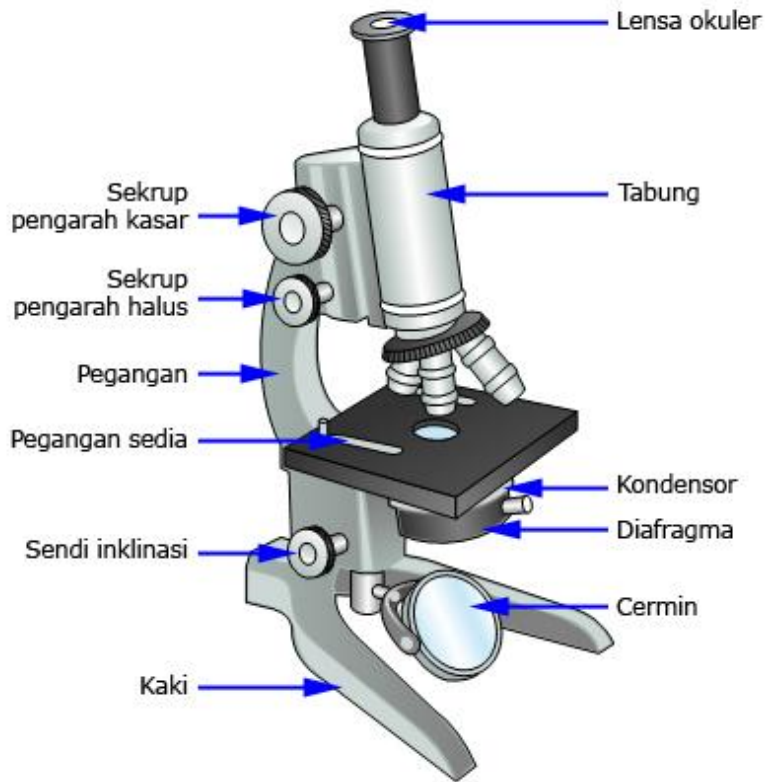
DASAR TEORI

Pada bab ini akan dipaparkan teori yang berhubungan dengan tugas akhir dan penelitian penelitian sebelumnya yang juga berkaitan dengan tugas akhir. Teori- teori yang berhubungan dengan tugas akhir ini antara lain yaitu tentang Mikroskop, Citra panorama dan Motor Steper. Setiap dasar teori akan di jelaskan pada sub-bab berikutnya.

2.1. Mikroskop

Mikroskop adalah sebuah alat untuk melihat objek yang berskala mikro untuk dapat diamati dengan mata telanjang. Kata mikroskopik berarti sangat kecil, tidak mudah dilihat dengan mata. Mikroskop ditemukan oleh Antony Van Leuwenhoek, dimana sebelumnya sudah ada Robert Hook dan Marcello Malphigi yang mengadakan penelitian melalui Lensa yang sederhana. Lalu Antony Vn Leuwenhoek mengembangkan lensa sederhana itu menjadi lebih kompleks agar dapat mengamati protozoa, bakteri dan berbagai makhluk kecil lainnya. Setelah itu pada sekitar tahun 1600 Hanz dan Z Jansen telah menemukan mikroskop yang dikenal dengan mikroskop ganda yang lebih baik daripada mikroskop yang dibuat oleh Antony Vaan Leuwenhoek. Mikroskop berasal dari dua buah kata yaitu mikro yang artinya adalah kecil dan dari kata scopium yang artinya adalah pengelihatan [1].

2.1.1. Komponen Mikroskop



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Mikroskop [2]

1. Kaki
Kaki berfungsi menopang dan memperkokoh kedudukan mikroskop. Pada kaki melekat lengan dengan semacam engsel, pada mikroskop sederhana (model student).

2. Lengan
Dengan adanya engsel antara kaki dan lengan, maka lengan dapat ditegakkan atau direbahkan. Lengan dipergunakan juga untuk memegang mikroskop pada saat memindah mikroskop.
3. Cermin.
Cermin mempunyai dua sisi, sisi cermin datar dan sisi cermin cekung, berfungsi untuk memantulkan sinar dan sumber sinar. Cermin datar digunakan bila sumber sinar cukup terang, dan cermin cekung digunakan bila sumber sinar kurang. Cermin dapat lepas dan diganti dengan sumber sinar dari lampu. Pada mikroskop model baru, sudah tidak lagi dipasang cermin, karena sudah ada sumber cahaya yang terpasang pada bagian bawah (kaki).
4. Kondensor
Kondensor tersusun dari lensa gabungan yang berfungsi mengumpulkan sinar.
5. Diafragma
Diafragma berfungsi mengatur banyaknya sinar yang masuk dengan mengatur bukaan iris. Letak diafragma melekat pada diafragma di bagian bawah. Pada mikroskop sederhana hanya ada diafragma tanpa kondensor.
6. Meja preparat
Meja preparat merupakan tempat meletakkan objek (preparat) yang akan dilihat. Objek diletakkan di meja dengan dijepit dengan olehpenjepit. Dibagian tengah meja terdapat lengan untuk dilewat sinar. Pada jenis mikroskop tertentu, kedudukan meja tidak dapat dinaik atau diturunkan. Pada beberapa mikroskop, terutama model terbaru, meja preparat dapat dinaik-turunkan.
7. Tabung.
Pada bagian atas tabung melekat lensa okuler, dengan perbesaran tertentu (15X, 10X, dan 15 X). Dibagian bawah tabung terdapat alat yang disebut revolver. Pada revolver tersebut terdapat lensa objektif.
8. Lensa obyektif
Lensa objektif bekerja dalam pembentukan bayangan pertama. Lensa ini menentukan struktur dan bagian renik yang akan terlihat pada bayangan akhir. Ciri penting lensa obyektif adalah memperbesar bayangan obyek dengan

perbesaran beraneka macam sesuai dengan model dan pabrik pembuatnya, misalnya 10X, 40X, dan 100X dan mempunyai nilai apertura (NA). Nilai apertura adalah ukuran daya pisah suatu lensa obyektif yang akan menentukan daya pisah spesimen, sehingga mampu menunjukkan struktur renik yang berdekatan sebagai dua benda yang terpisah.

9. Lensa Okuler

Lensa mikroskop yang terdapat pada bagian ujung atas tabung, berdekatan dengan mata pengamat. Lensa ini berfungsi untuk memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa obyektif. Perbesaran bayangan yang terbentuk berkisar antara 4 - 25 kali.

10. Pengatur Kasar dan Halus

Komponen ini letaknya pada bagian lengan dan berfungsi untuk mengatur kedudukan lensa objektif terhadap objek yang akan dilihat. Pada mikroskop dengan tabung lurus/tegak, pengatur kasar dan halus untuk menaikturunkan tabung sekaligus lensa onjektif. Pada mikroskop dengan tabung miring, pengatur kasar dan halus untuk menaikturunkan meja preparat.

2.1.2. Cara Kerja Mikroskop

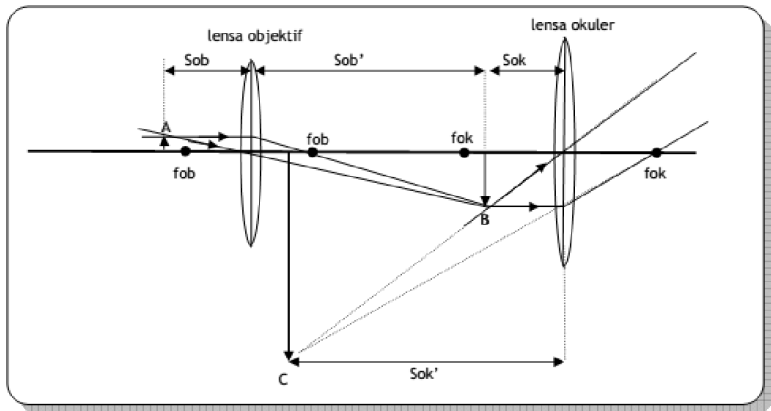
Lensa obyektif berfungsi guna pembentukan bayangan pertama dan menentukan struktur serta bagian renik yang akan terlihat pada bayangan akhir serta berkemampuan untuk memperbesar bayangan obyek sehingga dapat memiliki nilai "apertura" yaitu suatu ukuran daya pisah suatu lensa obyektif yang akan menentukan daya pisah spesimen, sehingga mampu menunjukkan struktur renik yang berdekatan sebagai dua benda yang terpisah.

Lensa okuler, adalah lensa mikroskop yang terdapat di bagian ujung atas tabung berdekatan dengan mata pengamat, dan berfungsi untuk memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa obyektif berkisar antara 4 hingga 25 kali.

Lensa kondensor, adalah lensa yang berfungsi guna mendukung terciptanya pencahayaan pada obyek yang akan dilihat sehingga dengan pengaturan yang tepat maka akan diperoleh daya pisah maksimal. Jika daya pisah kurang maksimal maka dua benda akan terlihat menjadi satu dan pembesarannyapun akan kurang optimal [1].

2.1.3. Sifat Bayangan Mikroskop

Mikroskop terdiri dari dua lensa cembung, yaitu lensa objektif dan lensa okuler. Lensa objektif terletak dekat benda dan lensa okuler bersifat sebagai lup terletak didekat mata. Umumnya $f_{ok} > f_{ob}$. Benda diletakkan di ruang II lensa objektif (antara f_{ob} dan P_{ob}). Bayangan dibentuk oleh lensa objektif bersifat nyata, terbalik dan diperbesar, oleh lensa okuler bayangan ini akan dilihat sebagai benda nyata, dan akan diletakkan di ruang I lensa okuler. Bayangan akhir yang dibuat oleh lensa okuler terletak di depan lensa okuler, maya dan terbalik. Bayangan akhir yang dibuat oleh mikroskop adalah terbalik, maya dan diperbesar [1].



Gambar 2.2 Sifat Bayangan Mikroskop [1]

Benda OA diletakkan di ruang II (antara f_{ob} dan P_{ob}) di depan lensa objektif sejauh S_{ob} , dengan menggunakan prinsip pembiasan pada lensa cembung (sinar istimewa), maka akan dihasilkan bayangan OB dibelakang lensa objektif, terbalik, diperbesar, nyata dan berjarak S_{ob}' dari lensa objektif. Bayangan OB ini dianggap sebagai benda bagi lensa okuler, dan terletak di ruang I lensa okuler (antara f_{ok} dengan lensa) dan berjarak S_{ok} . Oleh lensa okuler, bayangan ini akan dibiaskan di depan lensa okuler, tegak, diperbesar dan semu dan berjarak S_{ok}' . Maka bayangan yang dihasilkan oleh mikroskop secara keseluruhan adalah OC. Sehingga sifat OC

terhadap OA adalah terbalik, diperbesar dan semu. Jadi pada mikroskop terjadi dua kali pembesaran [1].

2.1.4. Perbesaran Pada Mikroskop

Perbesaran lensa objektif merupakan perbesaran linier sedangkan pada lensa okuler merupakan perbesaran anguler. Perbesaran linier merupakan perbandingan tinggi bayangan akhir dengan tinggi benda semula. Perbesaran total dari mikroskop adalah:

$$M_{total} = M_{ob} \times M_{ok}$$

$$M_{total} = \frac{S_{ob}^1}{S_{ob}} \times \left(\frac{S_{ok}^1}{S_{ok}} \right) \quad (2.1)$$

2.2. Citra Panorama

Citra panorama merupakan gabungan dari beberapa citra 2D menjadi sebuah citra besar dan memiliki jarak pandang yang luas dan lebar dibandingkan dengan jarak pandang lensa dari sebuah kamera. Citra panorama memiliki berbagai bentuk dan ukuran tergantung dari seberapa luas virtualisasi yang diinginkan.

Ada beberapa jenis proyeksi yang digunakan dalam proses pembuatan citra panorama yaitu:

a. Planar atau Flat

Merupakan jenis proyeksi yang memproyeksikan citra panorama sehingga dapat dilihat tanpa perspektif tertentu atau dalam bidang datar.

b. *Cylindrical*

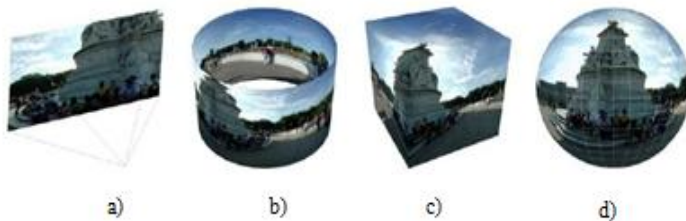
Merupakan citra panorama yang diproyeksikan ke dalam bentuk silinder. Apabila citra panorama *cylindrical* ini dilihat dalam bidang datar maka citra akan terlihat pada kurva disepanjang garis axis horizontal.

c. *Cubic*

Merupakan citra panorama yang diproyeksikan ke dalam bentuk kubus dan memiliki enam citra dipermukaan kubus. Citra panorama dengan proyeksi *cubic* ini sangat efektif untuk tipe citra panorama yang memiliki sudut pandang yang luas pada bidang vertikal.

d. *Spherical*

Merupakan citra panorama yang diproyeksikan kedalam bentuk bola. Citra panorama *spherical* dapat dilihat secara 360° dalam bidang horizontal dan dapat dilihat secara 180° dalam bidang vertikal. Hasil proyeksi ini akan disimpan sebagai citra tunggal.



Gambar Error! No text of specified style in document..3 Citra Panorama [3]
a) Flat; b) Cylindrical; c) Cubic; d) Spherical

2.3. Teknik *Stitching*

Image Stitching adalah proses menggabungkan beberapa foto atau gambar yang saling tumpang tindih dengan bidang pandang untuk menghasilkan citra panorama yang memiliki ukuran lebih luas. Umumnya dilakukan melalui penggunaan perangkat lunak komputer, untuk melakukan stitching dibutuhkan tumpang tindih yang sama antara gambar utama dan gambar irisannya. Secara umum, Proses Image stitching dapat dibagi menjadi empat bagian yaitu Finding Feature, Matching Feature, Homography Matrix dan Blending[4].

2.3.1. Finding Feature

Pada proses finding feature ini menggunakan metode SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*). Pada tahun 1999, David G. Lowe seorang peneliti dari University of British Columbia memperkenalkan suatu metode baru dalam ekstraksi fitur dari suatu citra. Metode ekstraksi fitur ini disebut sebagai *Scale-Invariant Feature Transform* (SIFT). Dengan menggunakan SIFT ini, suatu citra akan di ubah menjadi vektor fitur lokal yang kemudian akan

digunakan sebagai pendekatan dalam mendeteksi objek yang dimaksud.

Sebagai metode ekstraksi fitur pada pengenalan objek, SIFT ini memiliki kelebihan-kelebihan sebagai berikut:

- a. Hasil ekstraksi fitur bersifat invarian terhadap ukuran, translasi dan rotasi dua dimensi.
- b. Hasil ekstraksi fitur bersifat invarian sebagian terhadap perubahan iluminasi dan perubahan sudut pandang tiga dimensi.
- c. Mampu meng-ekstrak banyak keypoint dari citra yang tipikal
- d. Hasil ekstraksi fitur benar-benar mencirikan secara khusus (distinctive)

Dengan kelebihan-kelebihan tersebut, penggunaan metode SIFT banyak dikembangkan untuk aplikasi pengenalan objek. Secara garis besar, algoritma yang digunakan pada metode SIFT terdiri dari empat tahap, yaitu:

- a. Mencari Nilai Ekstrim Pada Skala Ruang
- b. Menentukan Keypoint
- c. Penentuan Orientasi
- d. Deskriptor Keypoint

Setelah melalui tahapan tersebut maka akan diperoleh fitur-fitur lokal yang digunakan sebagai descriptor (penciri) dari suatu objek untuk diolah lebih lanjut [4].

2.3.1.1. Pencarian Nilai Ekstrim pada Skala Ruang

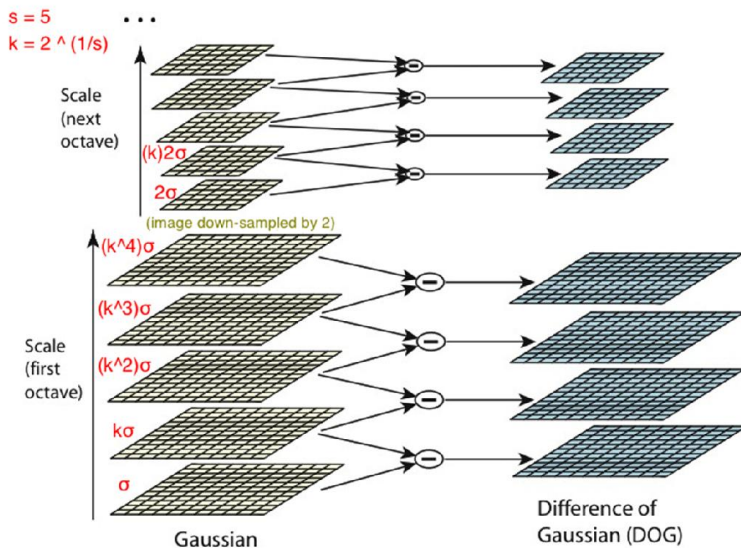
Pencarian nilai ekstrim pada skala ruang merupakan tahap awal dalam penentuan keypoint dari suatu citra. Dengan menggunakan fungsi Gaussian, citra pada skala ruang dapat didefinisikan sebagai fungsi $L(x, y, \sigma)$, yang diperoleh dari hasil konvolusi skala-variabel Gaussian, $G(x, y, \sigma)$, dengan citra masukan $I(x, y)$, sehingga diperoleh

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y) \quad (2.2)$$

dimana $*$ adalah operasi konvolusi antara x dan y dan $G(x, y, \sigma)$ adalah skala variabel Gaussian. Citra hasil Difference-of-Gaussian, $D(x, y, \sigma)$, diperoleh dengan melakukan operasi konvolusi pada citra masukan dengan filter Difference-of-Gaussian, maka

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) \quad (2.3)$$

Dari persamaan (2.3) terlihat bahwa citra hasil Difference-of-Gaussian sebenarnya merupakan selisih antara citra hasil pengkaburan Gaussian dengan nilai skala yang berbeda. Proses ini diilustrasikan pada Gambar 2.4

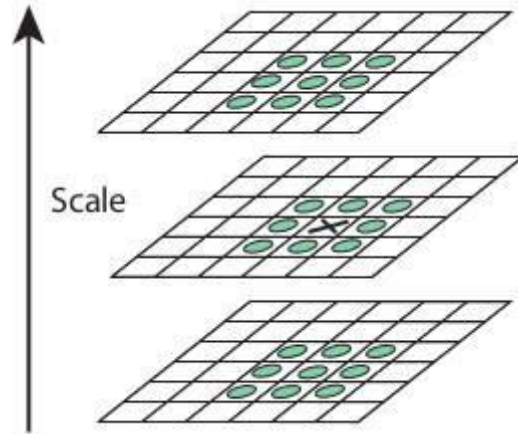


Gambar 2.4 Diagram Difference-of-Gaussian[4]

Citra hasil konvolusi kemudian dikelompokkan berdasarkan octave (satu octave setara dengan penggandaan besarnya nilai σ), nilai k ditetapkan di awal sehingga diperoleh jumlah citra kabur yang sama pada setiap octave serta diperoleh citra hasil DoG yang sama untuk setiap octave.

Setelah diperoleh citra DoG pada setiap octave, maka langkah selanjutnya ialah mencari kandidat keypoint. Kandidat keypoint dideteksi sebagai titik maksimum lokal atau titik minimum lokal dari citra hasil DoG. Untuk mencari nilai maksimum atau minimum lokal maka masing-masing pixel pada citra hasil DoG akan dibandingkan

dengan 8 pixel disekitarnya yang berada pada skala yang sama dan dengan 9 pixel yang bersesuaian dengannya pada skala berbeda (Gambar 2.5). Jika pixel tersebut merupakan maksimum atau minimum lokal, maka pixel tersebut akan dijadikan sebagai kandidat keypoint [4].



Gambar 2.5 Ilustrasi pencarian maksimum atau minimum lokal[4]

2.3.1.2. Penentuan Keypoint

Setelah kandidat keypoint ditemukan melalui tahapan finding feature, langkah selanjutnya ialah mengambil detail dari kandidat keypoint tersebut. Detail yang diambil merupakan lokasi, skala dan rasio kelengkungan inti dari kandidat keypoint. Pada tahap ini akan terjadi pengurangan jumlah kandidat keypoint. Dimana setiap kandidat keypoint yang dianggap sangat rentan terhadap gangguan (noise) akan dihilangkan, yaitu kandidat keypoint yang memiliki nilai kontras yang rendah dan kandidat keypoint yang kurang jelas dan terletak di sepanjang tepi [4].

2.3.1.3. Penentuan Orientasi

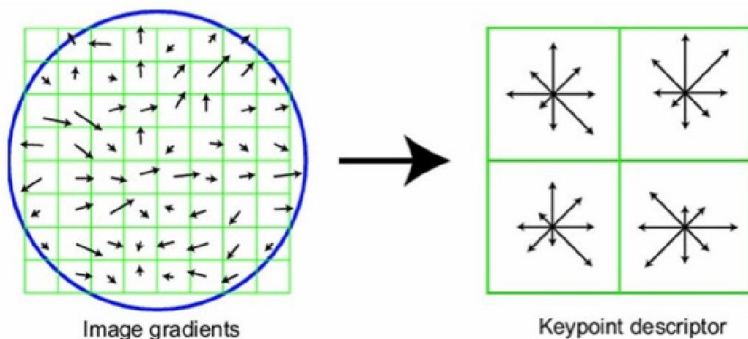
Pada tahap ini, masing-masing keypoint yang diperoleh akan diberikan suatu orientasi yang tetap berdasarkan sifat-sifat lokal pada citra. Dengan adanya proses ini maka keypoint yang diperoleh dapat direpresentasikan relatif terhadap orientasi ini sehingga keypoint yang

dihasilkan tidak terpengaruh terhadap adanya rotasi pada citra. Untuk menentukan orientasi dari masing-masing keypoint maka dilakukan perhitungan terhadap besarnya gradien dan sudut arah orientasi.

2.3.1.4. Deskriptor Keypoint

Pada proses ini, masing-masing keypoint yang telah diorientasikan akan diberikan pencirian khusus (deskriptor). Proses ini bertujuan untuk mendapatkan keypoint yang invarian terhadap perubahan intensitas cahaya atau perubahan sudut pandang tiga dimensi.

Deskriptor akan diukur sebagai suatu histogram orientasi pada wilayah pixel dengan ukuran 4×4 . Nilai orientasi diperoleh dari citra Gaussian yang memiliki skala terdekat dengan skala keypoint yang akan dihitung. Agar keypoint yang diperoleh invarian terhadap orientasi, maka koordinat dari deskriptor dan gradien orientasi akan dirotasi relatif terhadap orientasi dari keypoint. Kemudian fungsi pembebanan Gaussian, dengan besar nilai σ satu setengah kali dari besar jendela deskriptor, akan digunakan sebagai pembebanan pada setiap besaran nilai dari titik sampel. Proses ini ditunjukkan pada lingkaran yang terdapat pada Gambar 2.6 sebelah kiri.



Gambar 2.6 Deskriptor dari perhitungan besar gradien dan orientasi serta gambar lingkaran Gaussian (kiri) dan gambar deskriptor keypoint (kanan) [4]

Deskriptor keypoint pada Gambar 2.6 menunjukkan adanya 8 arah pada masing-masing histogram orientasi dengan panjang masing-masing anak panah sesuai dengan besar nilai dari histogram

asal. Selanjutnya deskriptor keypoint yang telah diperoleh akan dinormalisasi untuk mengatasi pengaruh perubahan cahaya [4].

2.3.2. Matching Feature

Feature Matching merupakan korespondansi antara fitur yang telah terdeteksi pada gambar dengan yang terdeteksi pada citra referensi yang ingin dibentuk. Banyak fitur descriptor dan pengukuran kesamaan dengan hubungan spasial antara fitur yang digunakan untuk membentuk citra tersebut.

Untuk mencari fitur yang sama menggunakan euclidean distance, yaitu metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan dua vektor untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Eucliden distance menghitung akar dari kuadrat perbedaan dua vektor atau jarak dari dua buah titik dalam Euclidean space [4].

$$d(i,j) = \sqrt{|X_{i1} - X_{j1}|^2 + |X_{i2} - X_{j2}|^2 + \dots + |X_{ip} - X_{jp}|^2} \quad (2.4)$$

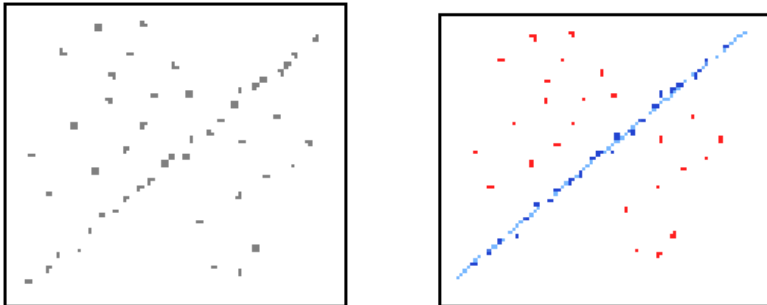
2.3.3. Homography Matrix

Homograph Matrix intinya adalah terdapat sebuah matrix berukuran 3x3 yang bisa memetakan dari satu titik awal ke titik akhir. Homography berguna bagi proses image rectification (rektifikasi gambar), yakni proses koreksi spasial pada citra.

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

RANSAC (*Random Sample Consensus*) merupakan metode yang digunakan untuk mencari Homography Matrix. Algoritma RANSAC pertama kali diperkenalkan oleh Fischler dan Bolles sebagai metode untuk estimasi parameter tertentu yang terkontaminasi oleh outlier (titik deviasi rata rata) dalam jumlah besar. Contoh adalah pemasangan jalur 2D untuk mengatur pengamatan. Dengan asumsi

bahwa set ini berisi inliers, yaitu, poin yang kira-kira dapat dipasang ke baris, dan outlier, poin yang tidak dapat dipasang ke baris ini, sebuah metode kuadrat sederhana untuk mencocokkan baris pada umumnya akan menghasilkan garis dengan kecocokan yang buruk bagi inliers.



Gambar 2.7. Kumpulan Data Dengan Outlier Banyak Yang Belum Dipasang. (kiri) Kumpulan Data Setelah Proses RANSAC, (kanan) Outlier Tidak Berpengaruh Pada Hasil[4].

Pada RANSAC untuk mencapai hasil terbaik dilakukan dengan menentukan berapa banyak iterasi yang dilakukan, memilih subset acak dari data asli. Data-data ini merupakan inliers hipotetis dan hipotesis ini kemudian diuji sebagai berikut:

- Sebuah model dipasang ke inliers hipotetis, model dengan semua parameter yang bebas direkonstruksikan dari kumpulan data.
- Semua data lain kemudian diuji terhadap model yang dipasang, dan jika titik cocok untuk model estimasi, tetap dianggap sebagai inlier hipotetis.
- Estimasi model cukup baik jika cukup banyak poin yang diklasifikasi sebagai inliers hipotetis.
- Model ini reestimated dari semua inliers hipotetis, karena hanya diperkirakan dari inisial set inliers hipotetis.
- Terakhir, model ini dievaluasi dengan memperkirakan kesalahan dari inliers relatif terhadap model.

Prosedur ini diulang beberapa kali, setiap kali menghasilkan model yang ditolak karena terlalu sedikit poin yang diklasifikasikan sebagai inliers. Dalam kasus terakhir, kita terus memperbaiki model jika

kesalahan lebih kecil dibandingkan dengan model yang terakhir disimpan [4].

2.3.4. Blending

Blending adalah proses penyatuan gambar yang telah sesuai sehingga menjadi satu gambar utuh dengan ukuran yang lebih besar. Hal ini dilakukan berdasarkan correspondence point yang di temukan pada proses registration.

Didalam proses blending terdapat proses Projective Transformation. Projection merupakan metode yang digunakan untuk memetakan sebuah image pada bidang image lain. Banyak sekali jenis – jenis dari projection seperti Projective Transformation, Cylindrical Projection, Spherical Projection dan lain – lain. Dalam skripsi ini, projection akan digunakan sebagai metode stitching, yaitu metode untuk menggabungkan image.

Projective Transformation juga dikenal sebagai Perspective Transformation atau Homography, yang dioperasikan pada homogeneous coordinat. Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk menggabungkan citra. Dalam skripsi ini akan digunakan metode Projective Transformation dengan memanfaatkan Homography Matrix yang telah ditemukan dalam langkah sebelumnya. Metode ini dilakukan dengan melakukan transformasi pada sebuah gambar sehingga terproyeksikan pada bidang gambar lain. Transformasi dilakukan dengan mengkalikan pixel – pixel pada gambar yang akan diproyeksikan dengan Homography Matrix [4].

2.4. Motor stepper

Motor stepper adalah suatu alat penggerak yang memanfaatkan gaya tarik magnet. Rotornya berhenti pada posisi kutub yang dieksitasi oleh arus yang mengalir pada lilitan. Rotor pada motor biasanya berputar secara kontinyu jika motor dieksitasi, tetapi rotor pada motor stepper berubah dari posisi diam dengan mengubah eksitasi kutub.

Arus yang mengalir pada setiap lilitan hanya sesaat sehingga bentuk arusnya berupa pulsa. Rotor berputar karena pulsa yang bergantian. Kecepatan putaran rotor ditentukan oleh kecepatan perpindahan pulsa dan sudut putaran sebanding dengan banyaknya pulsa yang diberikan. Apabila satu pulsa masukan menghasilkan perputaran

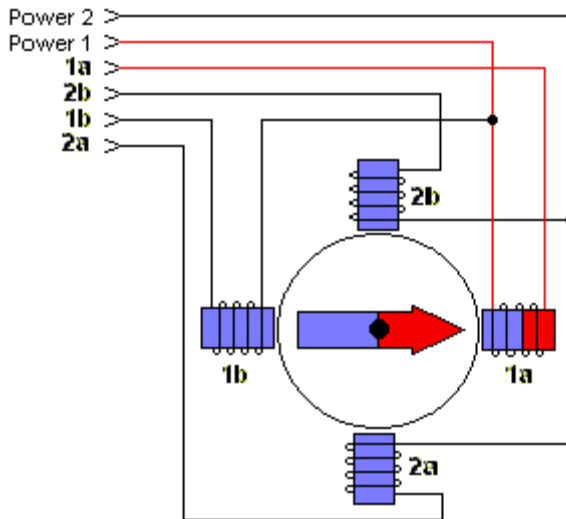
sejauh 1,8 derajat, sehingga 20 pulsa akan menghasilkan perputaran penuh sebesar 36 derajat dan untuk mendapatkan satu putaran penuh 360 derajat dibutuhkan 200 pulsa.

Rotor yang digunakan terbuat dari baja lunak dan memiliki sejumlah gigi yang jumlahnya kurang dari jumlah kutub pada stator. Stator memiliki beberapa pasang kutub dimana setiap pasang kutub diaktifkan melalui prinsip elektromagnetik oleh arus yang mengalir melalui kumparan yang dililitkan pada masing – masing kutub. Pada saat sepasang kutub dalam keadaan aktif sehingga akan timbul medan magnet yang kemudian menarik pasangan gigi rotor terdekat, sehingga gigi akan bergerak ke posisi segaris dengan kutub.

Untuk menggerakkan sebuah motor stepper setiap pasang kumparan stator harus disambungkan dengan aliran listrik dan diputuskan secara bergantian dalam urutan yang benar. Dengan demikian, masukan ke motor berupa deretan pulsa yang menghasilkan output ke setiap pasang kumparan stator.

Sistem penggerak yang biasa digunakan terdiri dari dua blok utama yaitu pengatur urutan logika dimana menerima pulsa – pulsa masukan dan menghasilkan pulsa – pulsa output dalam urutan sebagai mana yang dibutuhkan untuk mengontrol penggerak agar menghasilkan pulsa output dengan amplitudo yang sesuai.

Motor langkah (stepper) banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, dipergunakan apabila dikehendaki jumlah putaran yang tepat atau diperlukan sebagian dari putaran motor. Aplikasi penggunaan motor stepper dapat juga dijumpai dalam bidang industri atau untuk jenis motor stepper kecil dapat di gunakan dalam perancangan suatu alat mekatronik atau robot. Pada gambar 2.8 berikut ditunjukkan dasar susunan sebuah motor langkah (stepper).



Gambar 2.8 Susunan Motor Stepper [7]

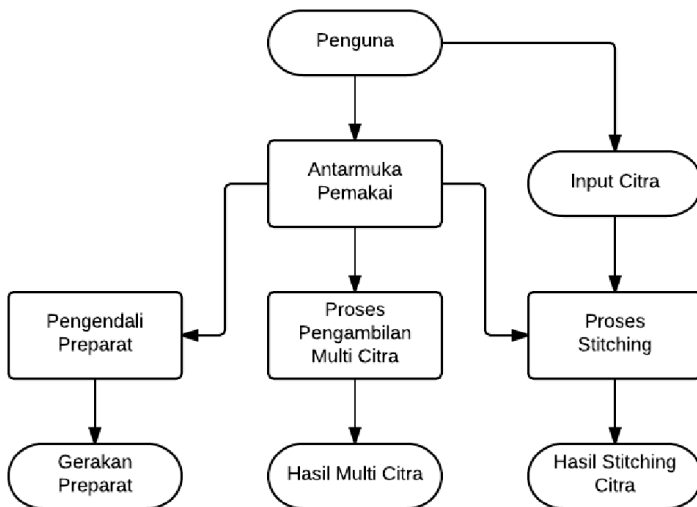
Magnet permanen berputar ke arah medan magnet yang aktif. Apabila kumparan stator dialiri arus sedemikian rupa, sehingga akan timbul medan magnet dan rotor akan berputar mengikuti medan magnet tersebut. Setiap pengalihan arus ke kumparan berikutnya menyebabkan medan magnet berputar menurut suatu sudut tertentu, biasanya informasi besar sudut putar tertulis pada badan motor langkah yang bersangkutan. Jumlah keseluruhan pengalihan menentukan sudut perputaran motor. Jika pengalihan arus ditentukan, sehingga rotor akan berhenti pada posisi terakhir. Jika kecepatan pengalihan tidak terlalu tinggi, sehingga slip akan dapat dihindari. Memerlukan umpan balik (feedback) pada pengendalian motor langkah.

BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang desain dan implementasi sistem atau dengan kata lain akan dijelaskan secara menyeluruh tentang sistem yang akan dibuat dan bagaimana tahapannya. Secara umum sistem ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu yang pertama pengendali penempatan posisi preparat, yang kedua pengambilan dan pra pengolahan citra, dan yang terakhir adalah proses stitcing, masing masing akan dijelaskan pada sub-bab berikutnya.

3.1. Desain Sistem

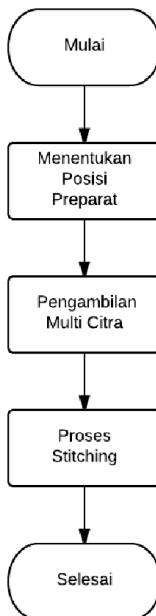


Gambar 3.1 Desain Sistem

Desain sistem yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat di dalam Gambar 3.1. disana terdapat tiga fungsi utama yaitu pengendali preparat , proses pengambilan multi citra dan proses stitching. Pengendali preparat berfungsi untuk mengendalikan preparat ke posisi yang kita inginkan. Proses pengambilan multi citra berfungsi untuk mengambil multi citra yang siap untuk proses stitching dan proses stitching berfungsi untuk menggabungkan citra hasil dari multi citra menjadi satu. Masing masing bagian akan dijelaskan lebih lanjut pada sub bab berikutnya.

3.2. Alur Kerja Sistem

Tahap ini akan menjelaskan alur kerja sistem dari perangkat Pengendali Penempatan Posisi Preparat pada Mikroskop Digital Untuk Pengambilan Citra Panorama, berikut ini alur kerja dari sistem yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Alur Kerja Sistem

Tahap pertama dari sistem ini adalah menentukan posisi preparat, tahap ini berfungsi untuk pengatur posisi preparat sesuai dengan masukan yang diberikan oleh user. Pada tahap ini terdiri dari dua sistem utama yaitu aktuator dan kalibrasi. Aktuator berfungsi sebagai jembatan perintah yang diberikan melalui PC kedalam posisi preparat. Sedangkan kalibrasi berfungsi untuk memperkirakan posisi preparat yang sebenarnya melalui perhitungan matematika yang menggunakan beberapa parameter tertentu.

Tahap kedua yaitu pengambilan multi citra, tahap ini berfungsi untuk mengambil citra digital pada object yang berada di preparat melakukan pra pengolahan citra sehingga citra yang dihasilkan siap untuk digunakan untuk proses lebih lanjut. Pengambilan citra menggunakan kamera digital sedangkan pra pengolahan citra berupa proses cropping karena gambar yang dihasilkan dari kamera masih memiliki beberapa kekurangan. Pada tahap Pengambilan Multi Citra user hanya tinggal menekan satu tombol maka secara otomatis sistem ini akan mengambil beberapa citra secara beruntun dan hasil dari multi citra ini dapat langsung digunakan dalam proses selanjutnya yaitu proses stitching.

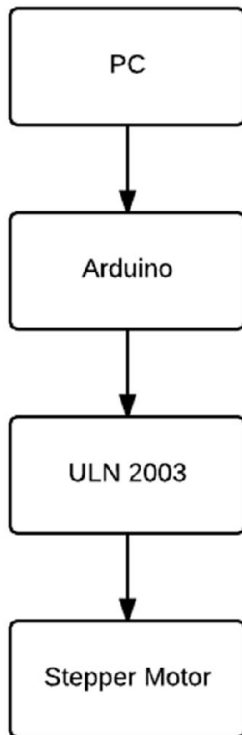
Tahap terakhir dari sistem ini adalah proses stitching dimana hasil dari pengambilan multi citra akan digabungkan menjadi sebuah citra yang memiliki resolusi yang besar sehingga siap digunakan untuk proses-proses yang lain seperti perhitungan bankteri tuberkulosis.

3.3.Pengendali Preparat

Pada tahap ini terdiri dari dua proses yaitu Aktuator dan Kalibrasi Aktuator, masing masing proses akan dijelaskan lebih lanjut.

3.3.1. Aktuator

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Didalam perangkat autofocus ini Actuator terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu arduino, driver motor dan motor stepper. Gambar 3.15 merupakan daigram block dari aktuator.



Gambar 3.3 Diagram Block Actuator

Arduino berfungsi sebagai penghubung antara sistem yang berada di komputer dengan motor stepper, sekaligus sebagai konverter putaran yang berasal dari user menjadi putaran real motor stepper.

Driver motor merupakan salah satu perangkat umum yang digunakan untuk kendali motor. Driver motor ini yang nantinya bertugas mengendalikan arah putaran maupun kecepatan motor stepper yang akan dikendalikan. Fungsi utama dari driver motor adalah menaikan arus listrik yang akan disuplay ke motor.

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit.

Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Disini motor stepper berfungsi mengubah posisi preparat pada mikroskop.

Pada Tugas Akhir kali ini digunakan motor stepper 28BYJ-48 – 5V. Berikut ini gambar dan spesifikasinya.

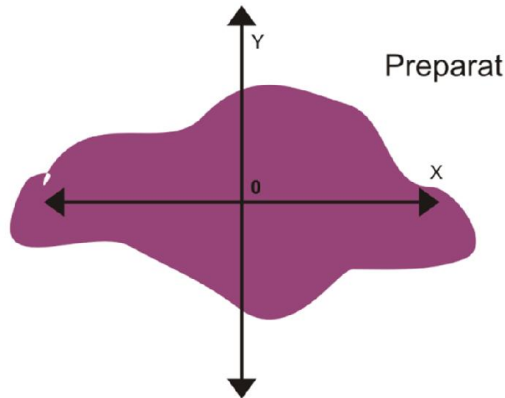
Tabel 3.1 Spesifikasi Motor

Rated voltage	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625° /64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MΩ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation	grade A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz,No load,10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V

3.3.2. Kalibrasi Aktuator

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran dan atau internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi.

Didalam Sistem ini akan mengkalibrasikan step pada motor stepper ke dalam gerakan aktual preparat dalam satuan mikro meter. Perhatikan Gambar 3.4



Gambar 3.4 Ilustrasi Penampang Preparat

Gambar 3.4 merupakan olustrasi dari penampang preparat dan gerakan yang akan dilakukan preparat dalam dua sumbu yaitu sumbu X dan Y. perangkat mekanik pada mikroskop digital di dapatkan data sebagai berikut.

Setiap gerakan 1 mm pada sumbu Y membutuhkan 150 step pada motor stepper jadi setiap 1 step pada motor stepper akan mengerjakan sekitar 6.67 Mikro Meter, sedangkan 1 mm pada sumbu X membutuhkan 750 step pada motor stepper jadi setiap 1 step pada motor stepper akan mengerjakan 1.33 Mikro Meter. Dengan menggunakan lensa Objektif sebesar 10 x, perbesaran Lensa Okuler Sebesar 12.5 x dan menggunakan kamera digital DF-2118P yang digunakan pada tugas akhir ini, didapatkan 170 pixel hasil citra sama dengan 200 mikro meter pada ukuran yang sebenarnya.

3.4. Pengambilan Multi Citra

Didalam sistem ini menggunakan sebuah kamera digital untuk mendapatkan citra dari sebuah object pengamatan yaitu bakteri,

spermatozoa dan lain-lain, yang akan diproses menjadi citra panorama. Sebelum proses pengolahan citra dapat dilakukan terlebih dahulu harus dilakukan proses pra pemrosesan citra.

3.4.1. Pengambilan Citra

Ada beberapa teknik pengambilan citra digital yang bisa dilakukan, antara lain dengan menggunakan kamera digital. Hasil dari citra dengan penggunaan teknik kamera berupa citra raster (atau citra dengan model matriks). Teknik pengambilan citra selain membutuhkan peralatan masukan, juga dibutuhkan suatu *card* yang disebut dengan *frame grabber* yang berupa rangkaian untuk mengolah citra secara *hardware*.

Didalam perangkat ini menggunakan kamera digital DF-2118P khusus yang biasa digunakan didalam mikroskop digital, Gambar 3.5 merupakan gambar dari kamera tersebut.



Gambar 3.5 Kamera Mikroskop

Tabel 3.2 Spesifikasi Kamera

Model	DF-2118P
Image Pick-up Device	1/3" SHARP COLOR CCD
Number of Pixels	NTSC: 510 × 492 ; PAL: 500 × 582
Scanning System	NTSC: 525 Lines, 60 Field / Sec; PAL: 625 Lines 50Field / Sec
Sync System	Internal Synchronization
Horizontal Resolution	450 TV Lines
Gamma Characterlstic	0.45
Video Output	1.0Vp-p 75 ohm
S/N Ratio	≥ 48dB(AGC Off)
Electronic Shutter Time	On: NTSC: 1/60-1/100, 000Sec

	PAL: 1/50, 1/100, 000Sec Off: NTSC: 1/60Sec PAL: 1/50Sec
Iris Control	Video/ DC Iris
Operation Temperature	-10C +50C RH95% Max
Storage Temperature	-20C +60C RH95% Max
Gain Control(AGC)	Auto
Lens	C/CS Lens
White Balance	Auto
Usable Illumination	1.5 Lux(F: 2.0)
BLC	On/Off Selectable
Power Supply	DC12V± 10%
Dimension	40(W)x40(H)x50(L)

3.4.2. Pra Pemrosesan Citra

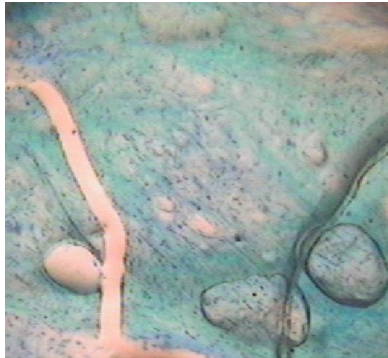
Dalam pemrosesan atau analisa citra secara digital, pra-pengolahan citra diartikan sebagai pemrosesan awal sebelum dilakukan pengolahan citra lebih lanjut. Prosedur ini bertujuan untuk memperbaiki data citra yang mengalami distorsi atau kesalahan kedalam bentuk aslinya.



Gambar 3.6 Citra Sebelum Pra Pemrosesan Citra

Gambar 3.6 merupakan citra sebelum dilakukanya pra pemrosesan citra. bila gambar seperti di atas langsung dilakukan proses pengolahan citra akan ditemukan banyak kesalahan, maka dari itu citra harus lebih dahulu dilakukan proses pra pemrosesan citra sebelum dilakukan proses pengolahan citra. pra pemrosesan citra yang digunakan adalah

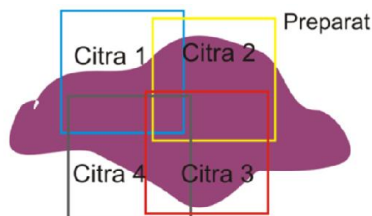
proses cropping, dan setelah melakukan proses cropping citra maka hasilnya adalah Gambar 3.7



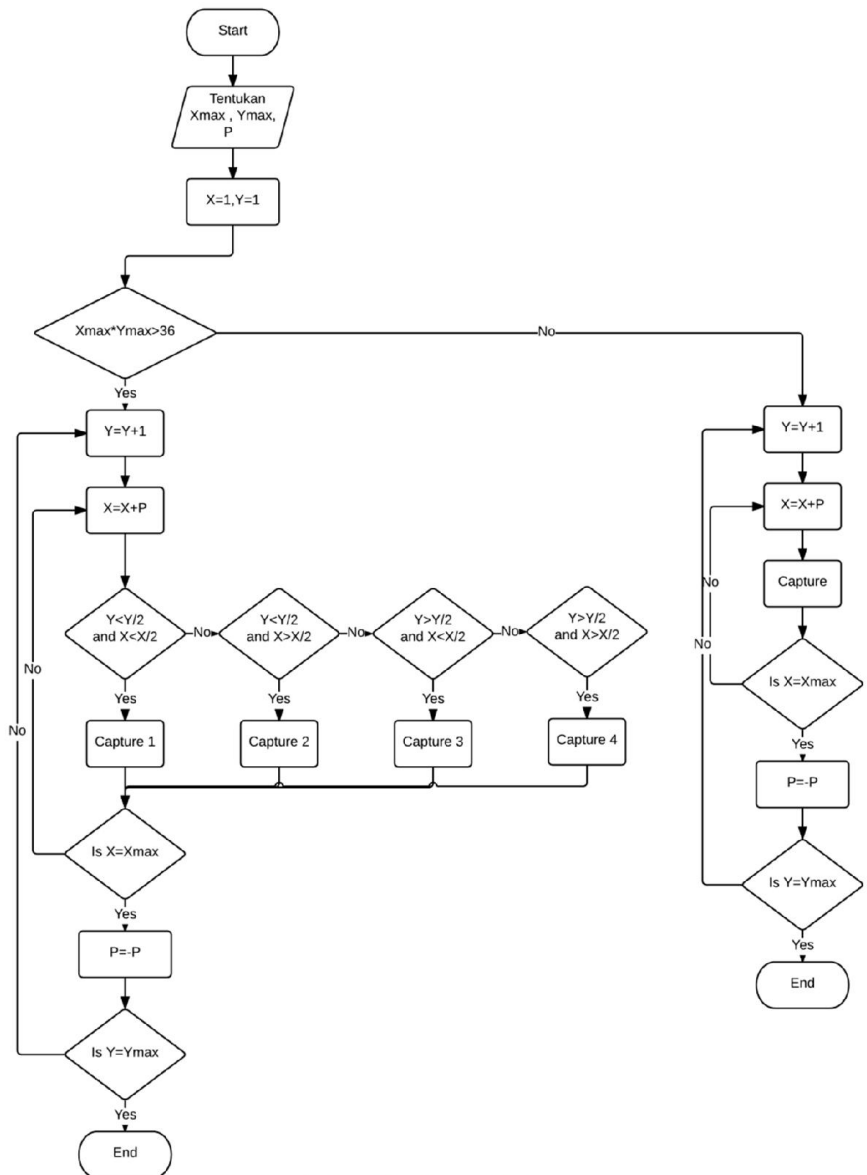
Gambar 3.7 Citra Setelah Pra Pemrosesan Citra

3.4.3. Pengambilan Multi Citra

Untuk memudahkan dalam pembetulan citra panorama maka perangkat ini akan dilengkapi dengan pengambilan multi citra, fitur ini berfungsi untuk memudahkan user dalam mengambil banyak citra. Dengan fitur ini user hanya tinggal memasukan berapa banyak citra yang akan diambil dan hanya dengan satu kali click semua gambar yang diinginkan akan didapatkan. Gambar 3.8 menunjukkan ilustrasi mengambil gambar multi citra. Gambar 3.9 menunjukkan flowchart dari pengambilan multi citra. Pada proses pengambilan multi citra apabila jumlah citra yang diambil lebih dari 36 maka secara otomatis citra akan dibagi menjadi empat bagian sebelum dilakukan proses stitching.



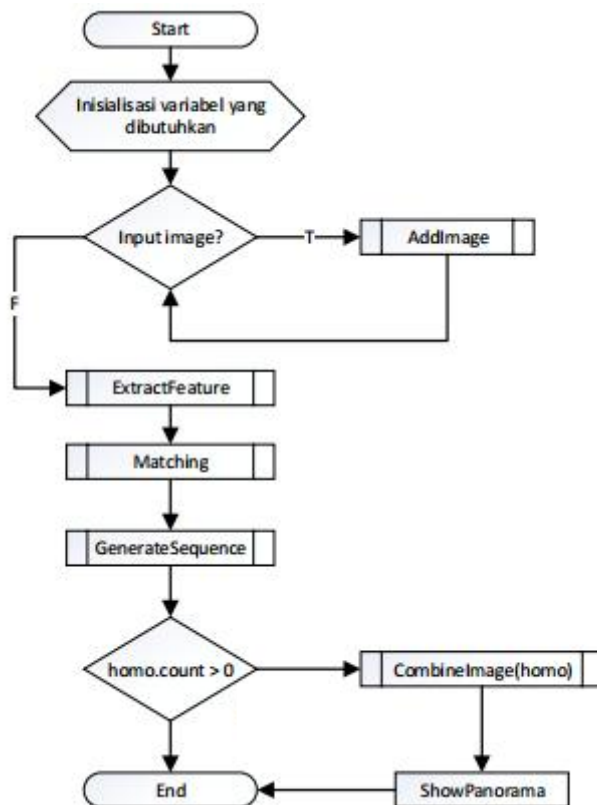
Gambar 3.8 Ilustrasi Pengambilan Multi Citra



Gambar 3.9 FlowChart Pengambilan Multi Citra

3.5. Proses Stitching

Image Stitching adalah proses menggabungkan beberapa foto atau gambar yang saling tumpang tindih dengan bidang pandang untuk menghasilkan citra panorama yang memiliki ukuran lebih luas. Di dalam tugas akhir ini akan menggabungkan citra dari preparat pada mikroskop digital yang berisi bakteri, spermatozoa dan lain-lain.

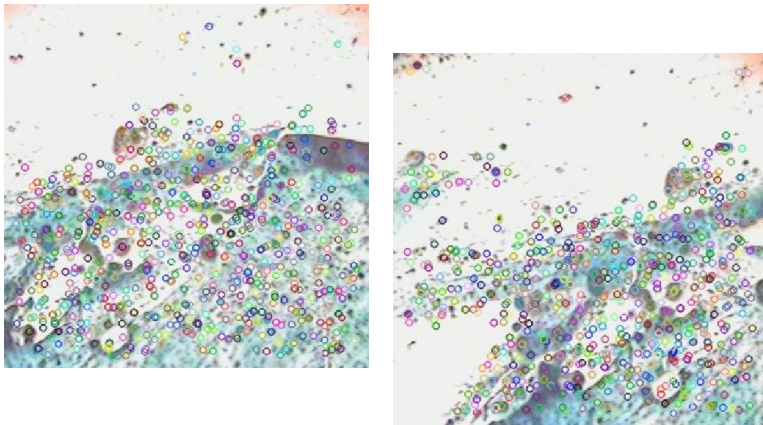


Gambar 3.10 FlowChart Proses Stitching

3.5.1. *Finding Feature*

Finding Feature merupakan tahap pertama dari proses stitching pada tahap ini setiap gambar akan dicari fiturnya sebelum dicocokkan dengan fitur pada gambar yang lainya. Pada proses finding feature ini menggunakan metode SIFT (Scale Invariant Feature Transform).

SIFT (Scale Invariant Feature Transform) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mencari feature dari sebuah gambar. Feature yang dihasilkan oleh algoritma ini tidak terpengaruh oleh adanya rotasi, scaling, dan perubahan intensitas cahaya. Algoritma ini pertama kali dikemukakan oleh David Lowe pada tahun 1999 dan algoritma ini masih menjadi algoritma terkuat untuk sebagai feature detection hingga saat ini . Gambar 11 merupakan hasil dari fitur extraxtion.

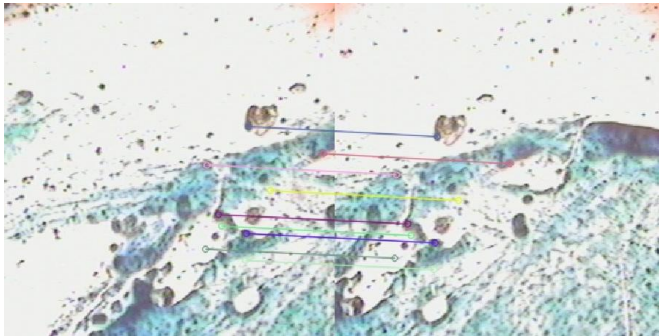


Gambar 3.11 Fitur dalam Sebuah Citra

3.5.2. *Matching Feature*

Tahap kedua dari proses stitching adalah matching feature yaitu mencocokkan feature yang telah didapatkan sebelumnya. Feature – feature dari metode SIFT yang telah didapatkan perlu dicocokkan terhadap feature – feature pada gambar lain sehingga dapat ditemukan daerah stitching yang tepat. Penghitungan feature matching menggunakan metode n-dimentional Euclidean Distance.

Dengan menggunakan rumus Euclidean Distance, akan ditemukan nilai distance yang menunjukkan sejauh mana perbedaan antar feature, dan kemudian dengan menggunakan threshold, dapat ditentukan sejauh mana batas sebuah feature dapat dikatakan cocok. Untuk beberapa kasus, terdapat beberapa feature yang terdapat dalam satu titik atau saling berhimpitan, sehingga kedua feature tersebut memiliki distance yang relative kecil terhadap sebuah feature dari gambar lain. Oleh karena itu, kedua feature tersebut perlu diperhitungkan sebagai calon feature match.



Gambar 3.12 Matching Feature

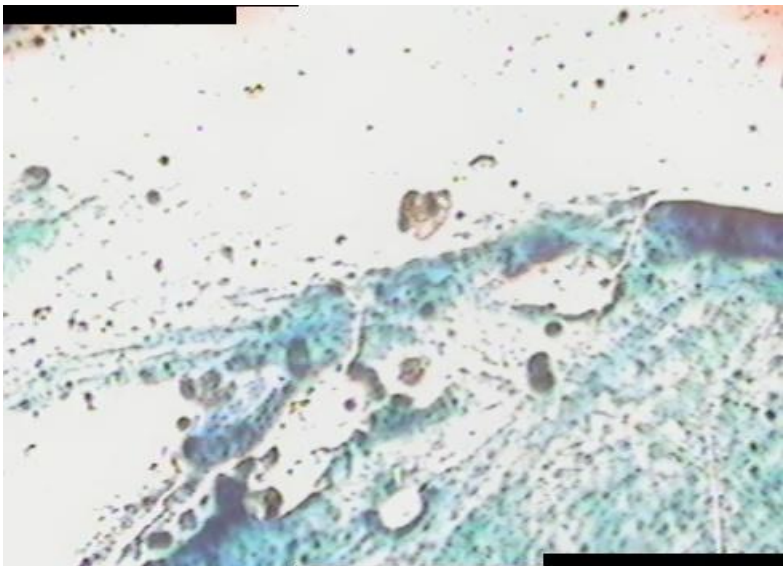
3.5.3. *Homography & Blending*

RANSAC (Random Sample Consensus) merupakan metode yang digunakan untuk mencari Homography Matrix dan sekaligus berfungsi untuk menghilangkan outliers dari feature – feature yang telah ditemukan. Outliers sendiri merupakan feature yang memiliki nilai menyimpang dari kebanyakan feature lain. Homography Matrix merupakan matrix transformasi yang berguna untuk memproyeksikan

gambar satu pada gambar lain sesuai dengan feature match yang ditemukan. Dengan mengalikan gambar dengan Homography Matrix, gambar akan mengalami transformasi geometri seperti translasi, rotasi, scaling, skew, shear, dan lain – lain.

Homography Matrix inilah yang digunakan untuk menyatukan kedua gambar yang saling berhubungan. Output dari metode ini adalah sebuah Homography Matrix. Untuk menyatukan kedua gambar, gambar pertama hanya perlu dikalikan oleh matrix tersebut.

Setelah Homography matrix ditemukan maka proses selanjutnya adalah proses blending yaitu mengabungkan setiap citra yang mempunyai fitur yang sama. Pada proses blending citra akan disesuaikan dengan citra yang saling berkesinambungan dikarenakan pada saat pengambilan citra biasanya ditemukan perbedaan tingkat kecerahan warna pada objek pada titik sekitar *key point*. Gambar 12 merupakan hasil akhir dari proses sticing.



Gambar 3.13 Hasil Akhir Sticing

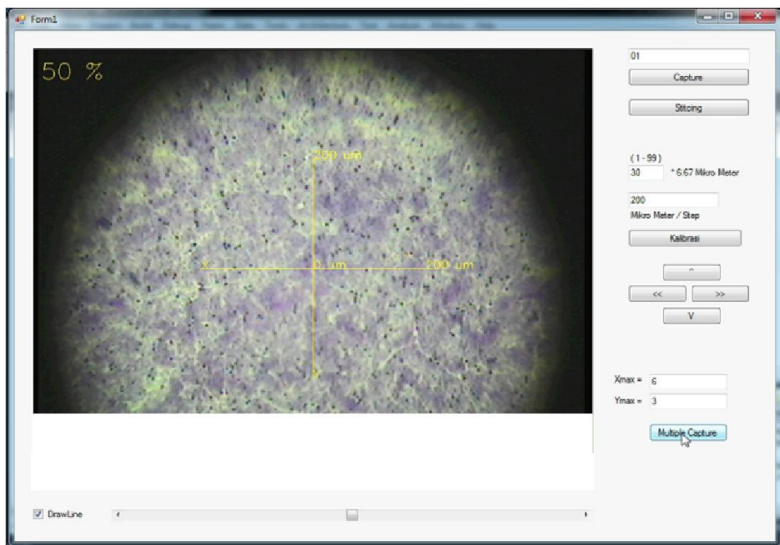
BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dipaparkan hasil pengujian dan analisa dari implementasi yang telah di bahas pada bab 3. Ada dua sistem yang akan diuji pada bab ini, yaitu pengujian pengambilan multi citra dan pengujian proses stitching.

4.1. Tampilan Perangkat Lunak

Untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan perangkat lunak maka tampilan perangkat lunak disederhanakan. Gambar 4.1. merupakan tampilan antar muka perangkat lunak pengendali penempatan posisi preparat pada mikroskop digital.



Gambar 4.1 Tampilan perangkat lunak

Dalam perangkat lunak ini dilengkapi beberapa fitur yaitu:

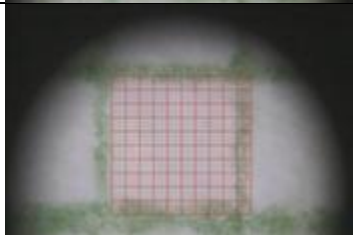
- a. Capture
Berfungsi untuk mengambil Citra dari kamera mikroskop digital.

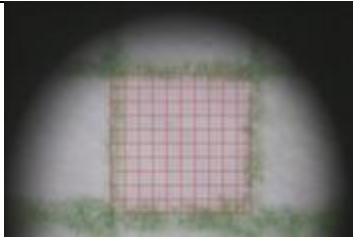
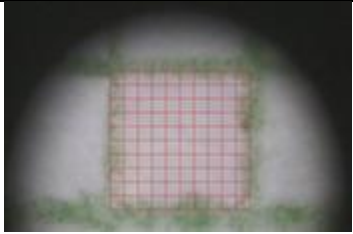
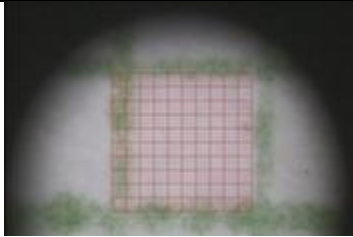
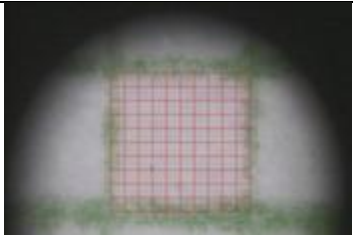
- b. Pengatur Posisi Preparat
Berfungsi untuk mengatur posisi preparat menggunakan tombol kiri, kanan, atas dan bawah. Disini juga dilengkapi fitur kalibrasi sehingga pengguna dapat menggerakan posisi preparat secara tepat.
- c. Multi Capture
Berfungsi untuk mengambil banyak citra secara otomatis, user hanya tinggal menentukan banyaknya citra yang ingin diambil.
- d. Stitching
Berfungsi untuk menggabungkan banyak citra menjadi satu citra.

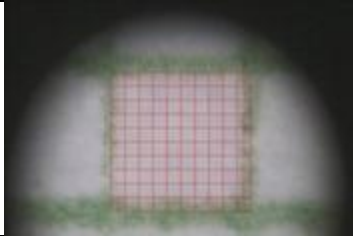
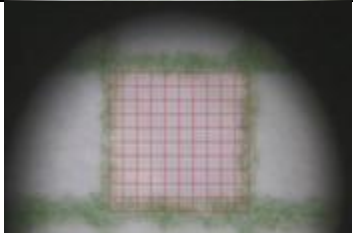
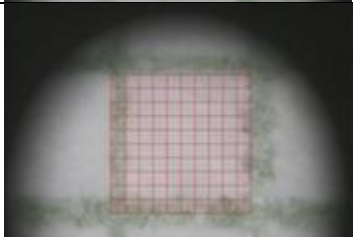
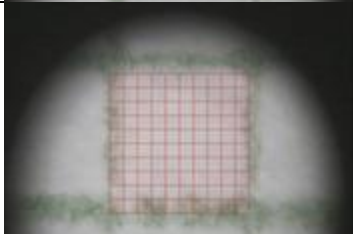
4.2. Pengujian Gerakan Preparat

Pada Sub Bab ini akan dilakukan pengujian terhadap akurasi Gerakan Preparat. Pada pengujian ini akan digunakan kertas milimeter sebagai pengukur ketepatan motor stepper dan menggunakan sebuah paten untuk mengetahui besar error gerakan motor stepper. Pada pengujian ini motor stepper akan diuji untuk bergerak sebesar 1 mm. Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian gerakan preparat pada sumbu X dan Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian gerakan preparat pada sumbu Y.

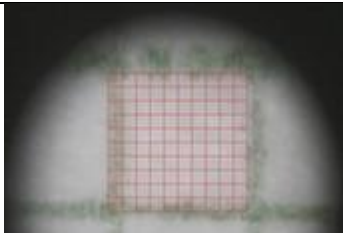
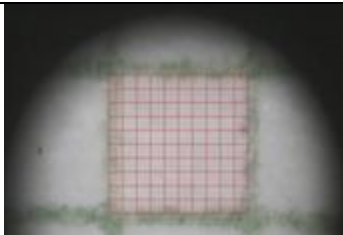
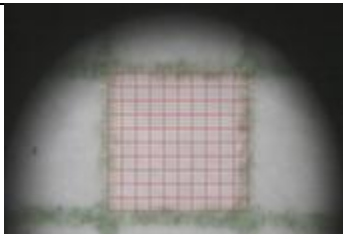
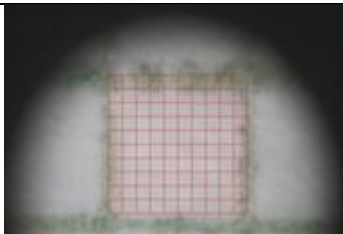
Tabel 4.1. Pengujian Gerakan Preparat Sumbu X

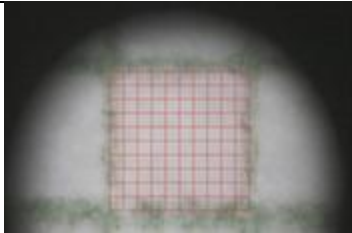
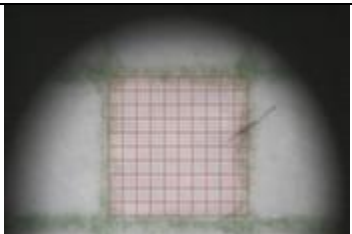
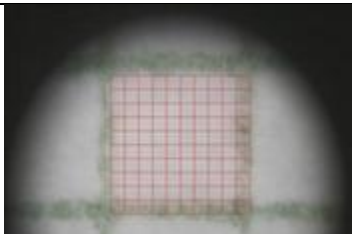
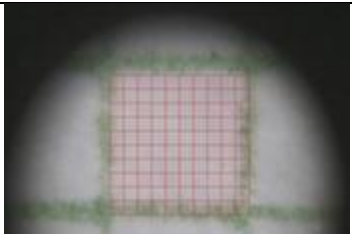
No	Hasil Citra	Jumlah Step	Error Sumbu X
1		750	5 %
2		750	10%

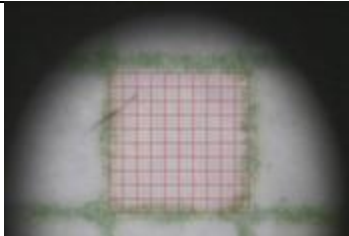
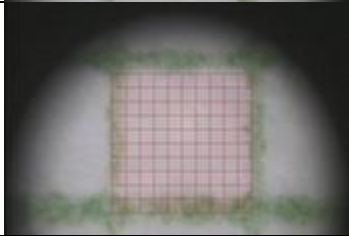
No	Hasil Citra	Jumlah Step	Error Sumbu Y
3		750	7%
4		750	6 %
5		750	9 %
6		750	3 %

No	Hasil Citra	Jumlah Step	Error Sumbu Y
7		750	0 %
8		750	2 %
9		750	10 %
10		750	8 %
Rata-rata Error Sumbu X			6.1 %

Tabel 4.2. Pengujian Gerakan Preparat Sumbu Y

No	Hasil Citra	Jumlah Step	Error Sumbu Y
1		150	5 %
2		150	0 %
3		150	0 %
4		150	10 %

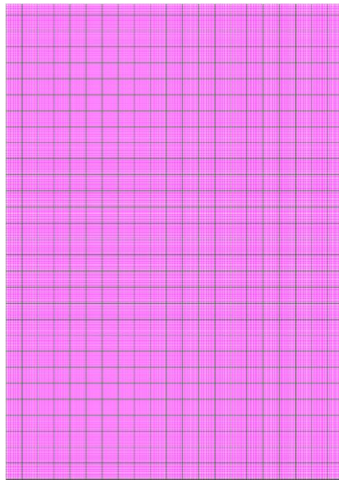
No	Hasil Citra	Jumlah Step	Error Sumbu Y
5		150	5 %
6		150	5 %
7		150	7 %
8		150	7 %

No	Hasil Citra	Jumlah Step	Error Sumbu Y
9		150	4 %
10		150	8 %
Rata-rata Error Sumbu X			5.1 %

dari pengujian gerakan preparat didapatkan error rata-rata gerakan preparat pada sumbu X sebesar 6.1 % sedangkan pada Sumbu Y sebesar 5.1% jika semuanya dirata-rata error gerakan preparat sebesar 5.6%.

4.3. Pengujian Pengambilan multi Citra

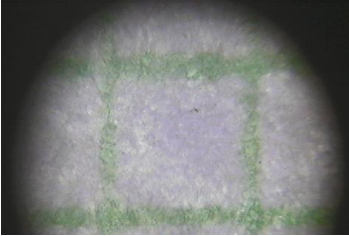
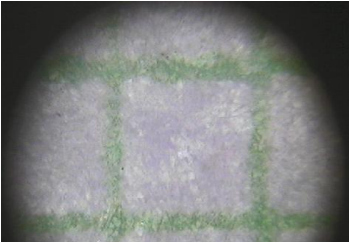
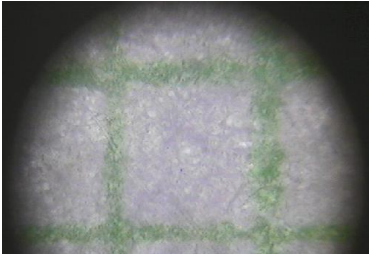
Pada Sub bab ini akan dilakukan pengujian terhadap pengambilan multi citra. Mengambilan multi citra adalah pengambilan banyak citra pada objek mikroskopis secara otomatis sesuai dengan parameter yang akan ditentukan terlebih dahulu yaitu menentukan X_{max} , X_{min} dan Step/mikro. Setelah semua parameter yang dibutuhkan sudah terpenuhi barulah pengambilan multi citra akan dapat dilakukan. Untuk menguji pengambilan citra akan digunakan alat bantu yaitu kertas milimeter. Kertas milimeter merupakan kertas yang mempunyai kotak dengan panjang sisi sekitar 1 mm.

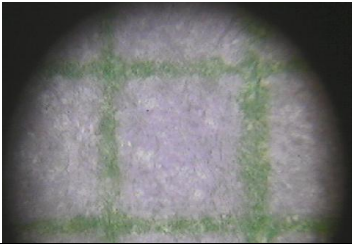
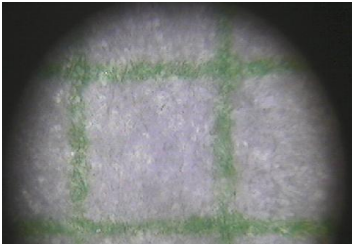
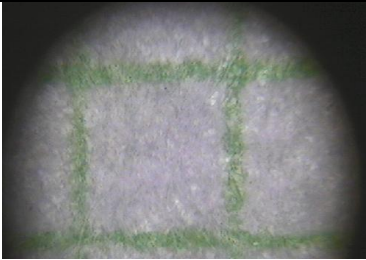
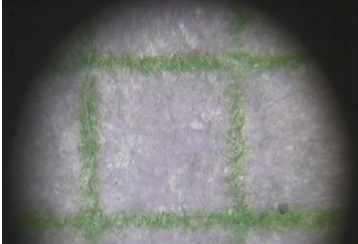


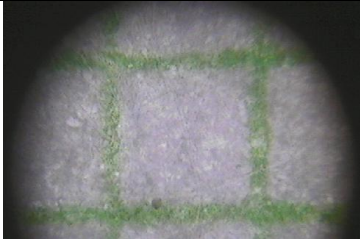
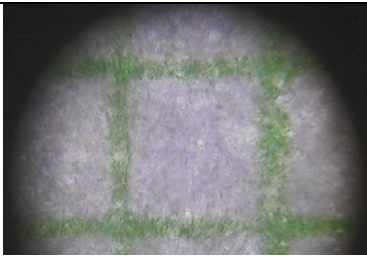
Gambar 4.2 Kertas Milimeter

Padapengujian pengambilan multi citra, preparat yang digunakan bukan objek pengamatan melainkan adalah kertas milimeter, untuk menguji apakah pergerakan sumbu X dan Sumbu Y pada preparat telah memenuhi standar yang diinginkan atau tidak. Berikut ini Tabel 4.3 yaitu hasil pengujian pengambilan multi citra.

Tabel 4.3. Hasil Multi Citra

No	Citra
1	
2	
3	

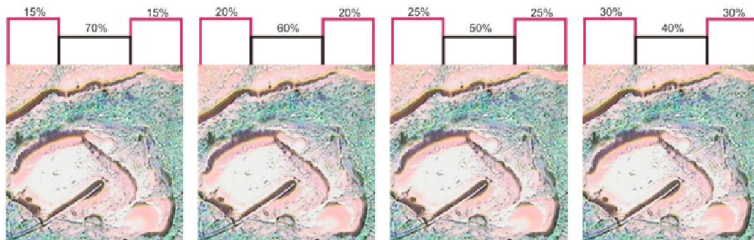
No	Citra
4	
5	
6	
7	

No	Citra	
8		
9		
Rata-rata Error		

Tabel 4.3. merupakan hasil pengujian dari pengambilan multi citra. Pada pengujian pengambilan multi citra digunakan kertas milimeter untuk menguji apakah pengujian multi citra secara otomatis sudah berhasil atau belum. Didalam pengujian ini melakukan pengambilan multi citra sebanyak sembilan citra.

4.4. Pengujian Proses Stitching

Pada sub bab ini akan dilakukan pengujian terhadap proses stitching. Proses stitching adalah proses mengabungkan banyak citra yang memiliki irisan menjadi sebuah citra gabungan dengan resolusi besar. Dalam proses pengujian stitching akan menggunakan enam belas citra dengan overlap citra 30%, 40%, 50% dan 60% . Berikut ini hasil pengujian pengambilan multi citra. Gambar 4.3 merupakan ilustrasi proses stiching dengan overlap citra sebesar 30%, 40%, 50% dan 60%, berikut ini ilustrasinya.



Gambar 4.3. Citra Overlap 30%, 40%, 50% dan 60%

Tabel 4.4. Pengujian Proses Stitching

No	Jumlah Citra	Overlapping	Keberhasilan Stitching
1	9	30 %	20 %
2	9	40 %	80 %
3	9	50 %	100 %
4	9	60 %	100 %

Tabel 4.4. merupakan hasil dari pengujian proses stitching, pada pengujian ini menggunakan 9 citra dan tingkat overlap sebesar 30%, 40%, 50% dan 60%. Pada data diatas dapat di ambil kesimpulan bahwa untuk mendapatkan hasil yang terbaik nilai overlap 50% sampai 60%.

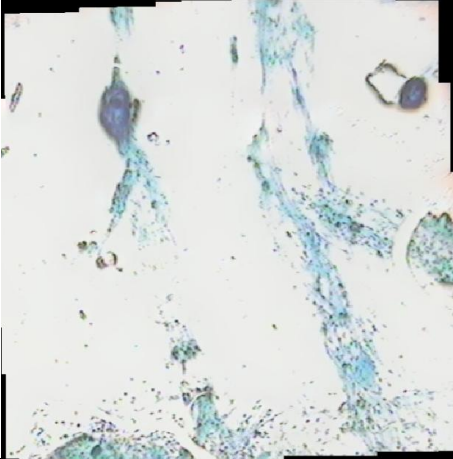
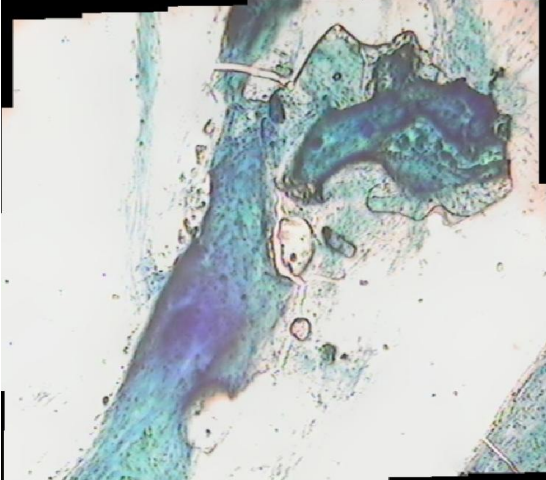
Tabel 4.5. merupakan rata-rata waktu proses stitching menggunakan komputer dengan spesifikasi Intel Coleron 1.5GHz (2 CPU) dan RAM 2048 MB didapatkan hasil seperti Tabel 4.5.

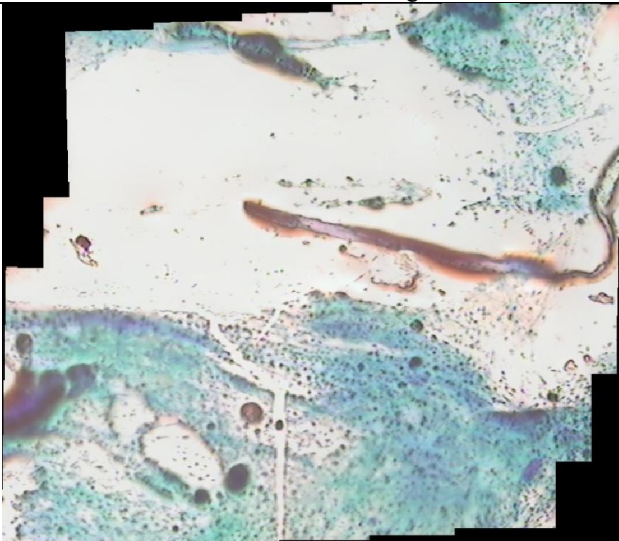
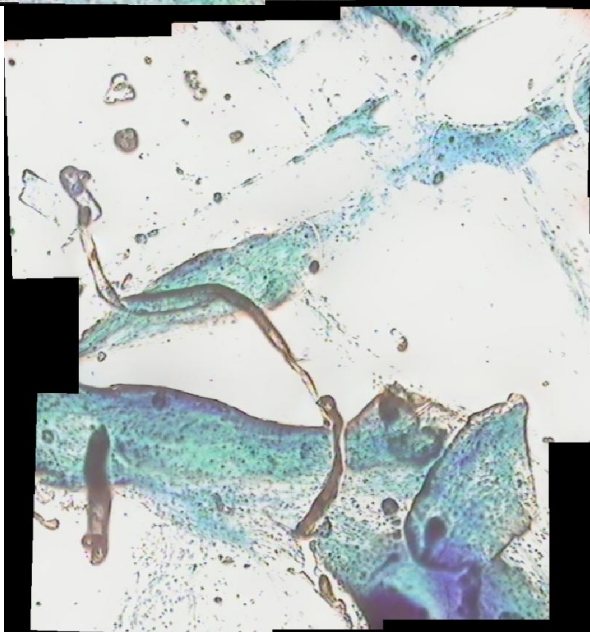
Tabel 4.5. Rata-rata Waktu Proses Stitching

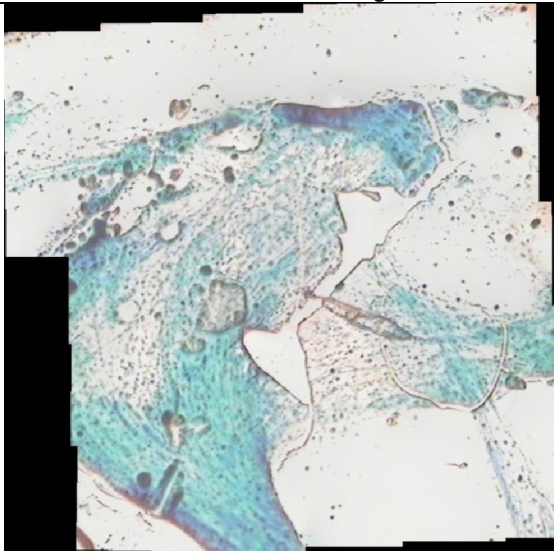
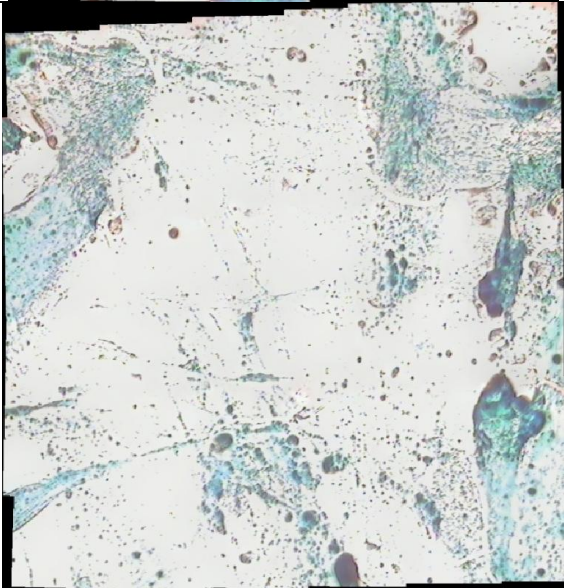
No	Jumlah Citra	Rata-rata Waktu Proses Stitching
1	9 Citra	30 Detik
2	16 Citra	3 Menit
3	25 Citra	12 Menit
4	36 Citra	20 Menit
5	49 Citra	25 Menit
6	64 Citra	30 Menit
7	81 Citra	45 Menit
8	100 Citra	60 Menit

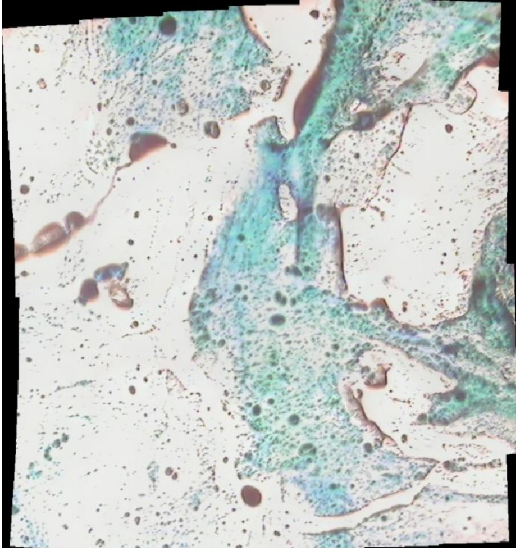
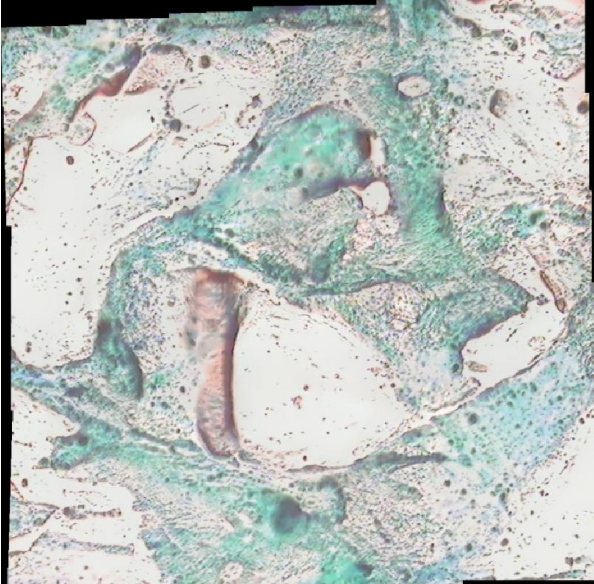
Tabel 4.6. merupakan hasil dari proses stitching disana terlihat bahwa proses stitching sudah berhasil akan tetapi masih terlihat bercak hitam di pingir hasil citra, hal ini mungkin dikarenakan gerakan motor tidak begitu halus dan kurang tepat sehingga hasil citra tidak berbentuk simetris akan tetapi secara keseluruhan proses stitching sudah berhasil.

Tabel 4.6 hasil citra stitching.

No	Hasil Citra Stitching
1	
2	

No	Hasil Citra Stitching
3	
4	

No	Hasil Citra Stitching
5	
6	

No	Hasil Citra Stitching	
7		
8		

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan berdasarkan hasil analisa dan pengujian sistem pada Tugas Akhir ini , adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan citra dapat dilakukan dengan 50% sampai 60% overlap untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Pada proses pengujian dan analisa pengendali preparat menggunakan motor stepper didapatkan rata-rata error gerakan preparat sebesar 5.6%.
3. Dengan menggunakan lensa Objektif sebesar 10 x, perbesaran Lensa Okuler Sebesar 12.5 x , 170 pixel hasil citra sama dengan 200 mikro meter..
4. Masukan citra yang melalui proses *cropping* mempunyai noise yang lebih sedikit dibandingkan yang tidak melalui proses *cropping* didalam proses *stitching*.
5. Satu step gerakan pada motor stepper sama dengan 6.67 mikro meter pada sumbu Y preparat dan 1.33 mikro meter pada sumbu X.

5.2. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut ada beberapa saran mengenai penelitian ini sebagai berikut:

1. Saat pengambilan citra dengan mikroskop digital perlu menggunakan cahaya yang stabil.
2. Saat melakukan pengambilan citra pada mikroskop digital hendaknya menggunakan lensa objektif dan okuler yang sesuai

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan berdasarkan hasil analisa dan pengujian sistem pada Tugas Akhir ini , adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan citra dapat dilakukan dengan 50% sampai 60% overlap untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Pada proses pengujian dan analisa pengendali preparat menggunakan motor stepper didapatkan rata-rata error gerakan preparat sebesar 5.6%.
3. Dengan menggunakan lensa Objektif sebesar 10 x, perbesaran Lensa Okuler Sebesar 12.5 x , 170 pixel hasil citra sama dengan 200 mikro meter..
4. Masukan citra yang melalui proses *cropping* mempunyai noise yang lebih sedikit dibandingkan yang tidak melalui proses *cropping* didalam proses *stitching*.
5. Satu step gerakan pada motor stepper sama dengan 6.67 mikro meter pada sumbu Y preparat dan 1.33 mikro meter pada sumbu X.

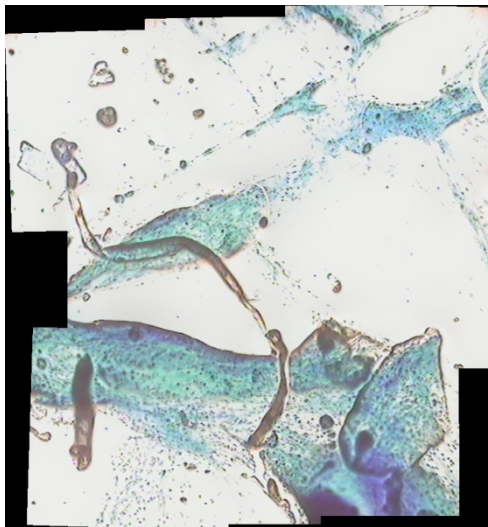
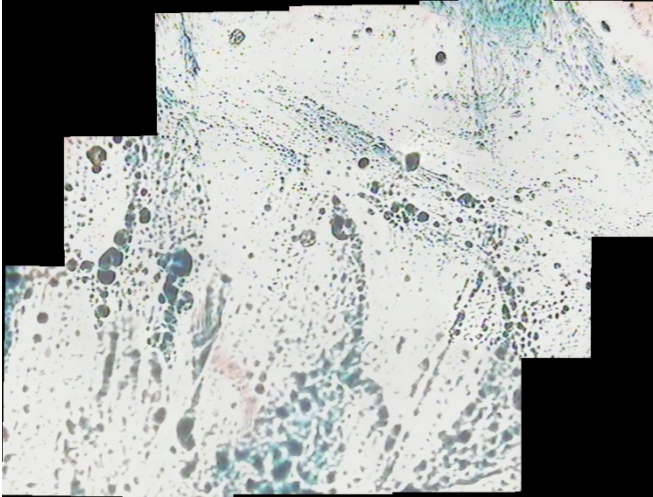
5.2. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut ada beberapa saran mengenai penelitian ini sebagai berikut:

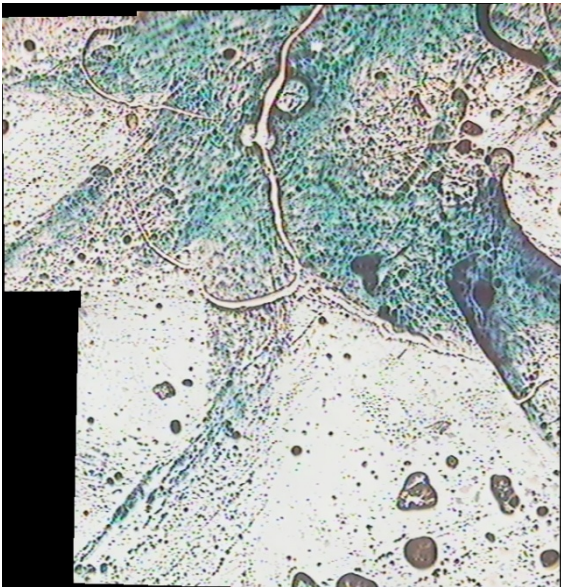
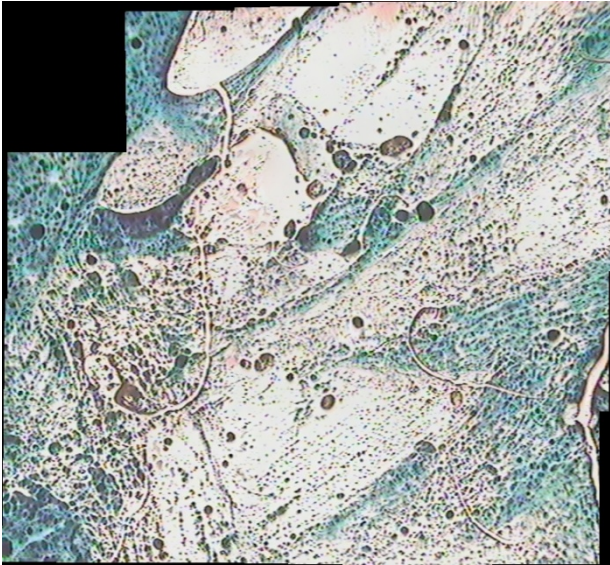
1. Saat pengambilan citra dengan mikroskop digital perlu menggunakan cahaya yang stabil.
2. Saat melakukan pengambilan citra pada mikroskop digital hendaknya menggunakan lensa objektif dan okuler yang sesuai

LAMPIRAN

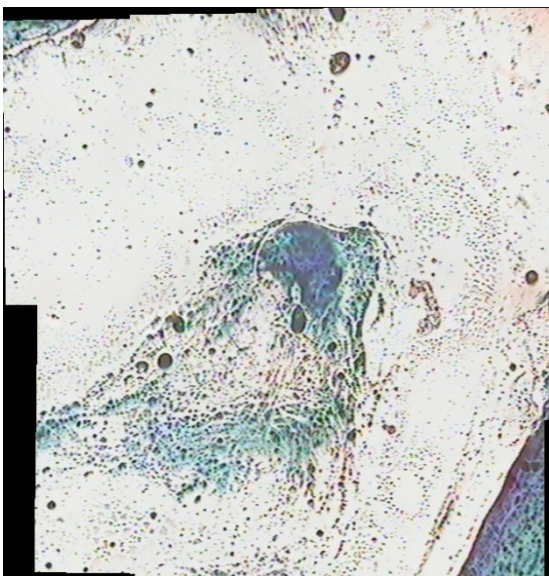
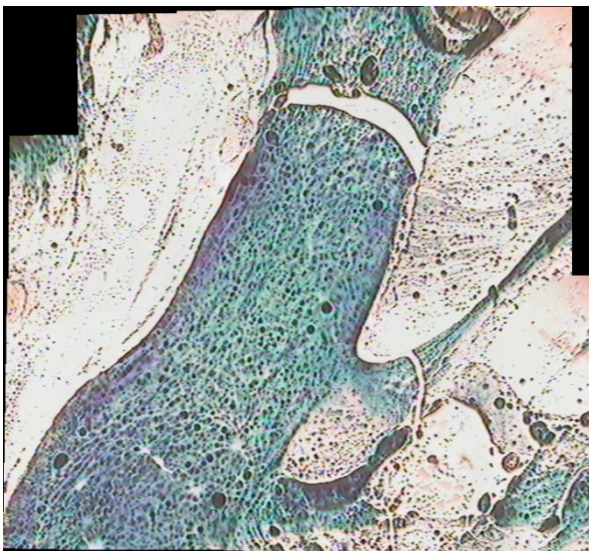
Hasil Citra Stitching Overlap 30%



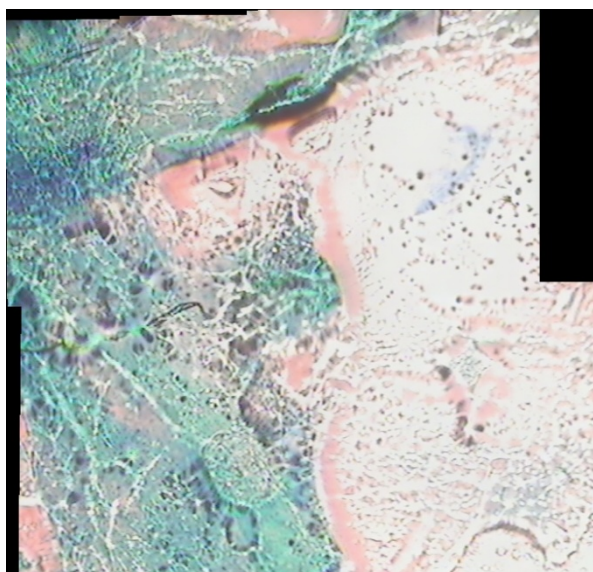
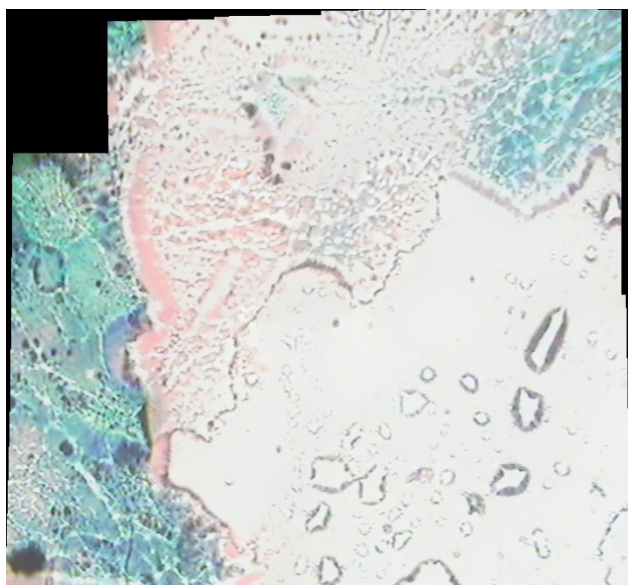
Hasil Citra Stitching Overlap 40%



Hasil Citra Stitching Overlap 50%



Hasil Citra Stitching Overlap 60%



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alonso , Finn, “Dasar-Dasar Fisika Universitas” Erlangga, Jakarta, 1990
- [2] Alat Optik Mikroskop, 2013.
<<http://modulfisika.blogspot.com/2013/12/kelas-x-alat-optik-mikroskop.html>> Diakses 30 Desember 2014.
- [3] Types of panoramic citras, 2012.
<URL:<http://www.panoguide.com/howto/panoramas/types.jsp>>. Diakses 30 Desember 2013.
- [4] Brown, M. ;Lowe, D. G, “Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features,” International Journal of Computer Vision,vol. 74, pp. 59 -73 , August 2010.
- [5] J, Beis ; D. Lowe, "Shape Indexing Using Approximate Nearest Neighbour Search In High Dimensional Spaces," In Proceedings of the Interational Conference on Computer Vision (ICCV03), volume 2, pages 1218-1225, Nice, October 2003.
- [6] Lowe, D. G. , “Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints,” International Journal of Computer Vision, vol. 60, pp. 91-110, November 2004.
- [7] Meet TinyArm and SingleStepperTroller, 2012.
<<http://yameb.blogspot.com/2012/07/meet-tinyarm-and-singlesteppertroller.html>>. Diakses 30 Desember 2013.
- [8] Motor Stepper, 2014.
<http://id.wikipedia.org/wiki/Motor_Stepper>. Diakses 30 Desember 2013.
- [9] Szeliski, R. ; Shum, H. Y., “Creating Full View Panoramic Image Mosaics and Environment Maps,” Paper presented at Computer Graphics (SIGGRAPH'97 Proceedings), New York, USA, August 1997.
- [10] Szeliski, Richard., “ Image Allignment and Stitching : A Tutorial. One Microsoft Way,” Microsoft Corporation, Desember 2006.

BIOGRAFI PENULIS



Abid Hukama lahir di Semarang pada tanggal 6 April 1991, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan pertama, bersekolah di SD kedungringin, Suruh, Kab. Semarang. Setelah itu dilanjutkan ke MTs Terpadu Al-Hikmah Karangede, Boyolali dan kemudian di SMA Negeri

1 Suruh, Kab Semarang. Saat berada di SMA penulis aktif menjadi pengurus kepanitiaan dan mengikuti berbagai organisasi di SMA . Setelah lulus dari SMA, pendidikan dilanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Jurusan Teknik Elektro dan memilih bidang studi Teknik Komputer dan Telematika.